



27123

PATENT TRADEMARK OFFICE

COPY OF ~~FILED~~ ~~ORIGINAL~~ ~~FILED~~

Docket No. 1232-4800

**THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Hiroto YASUI

Group Art Unit: 2873

Serial No.: 10/022,556

Examiner:

Filed: December 13, 2001

For: ZOOM LENS SYSTEM, IMAGE-PROJECTING AND IMAGE PICK-UP DEVICES  
USING THE SAME**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2000-382025  
Filing Date(s): December 15, 2000

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.Dated: March 7, 2002By: Joseph A. CalvarusoJoseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287**Correspondence Address:**MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

#4.  
Priority  
Paper  
F. JONES  
5-16-02  
RECEIVED  
MAR 27 2002  
TC 2800 MAIL ROOM



COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED

2873  
Docket No. 1232-4800

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Hiroto YASUI

Group Art Unit: 2873

Serial No.: 10/022,556

Examiner:

Filed: December 13, 2001

For: ZOOM LENS SYSTEM, IMAGE-PROJECTING AND IMAGE PICK-UP DEVICES  
USING THE SAME

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Priority Convention
2. Certified copy of priority document
3. Return Receipt Postcard

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 7, 2002

By: Helen Tiger

Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

RECEIVED  
MAR 27 2002  
TC 2800 MAIL ROOM



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-382025

[ST.10/C]:

[JP2000-382025]

出 願 人

Applicant(s):

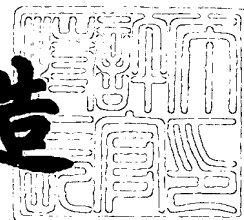
キヤノン株式会社

RECEIVED  
MAR 27 2002  
TC 2800 MAIL ROOM

2002年 1月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3114754

【書類名】 特許願

【整理番号】 4294014

【提出日】 平成12年12月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 15/20  
G02B 13/18  
G02F 1/13  
H04N 5/74

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた画像投影装置及び撮像装置

【請求項の数】 28

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
    内

    【氏名】 安井 裕人

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

    【氏名又は名称】 キャノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

    【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

    【識別番号】 100090538

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
    内

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 西山 恵三

    【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた画像投影装置及び撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡大共役側より順に負の屈折力の第1群、変倍の際に移動する負の屈折力の第2群、第3群、第4群、第5群を有するズームレンズにおいて、該ズームレンズは回折光学素子を少なくとも1つ有していることを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 前記ズームレンズにおいて、第3群は正の屈折力、第4群は負の屈折力、第5群は正の屈折力を有することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】 前記ズームレンズは第6群を有し、前記第5群が変倍の際に移動することを特徴とする請求項1又は2記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記ズームレンズは正の屈折力の第6群を有することを特徴とする請求項1乃至3いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項5】 前記ズームレンズは変倍の際に移動する絞りを有していることを特徴とする請求項1乃至4いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項6】 前記ズームレンズは、前記第3群と前記第4群との間に絞りを有していることを特徴とする請求項1乃至5いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項7】 前記絞りは、変倍の際に前記第3群と共に移動することを特徴とする請求項5又は6記載のズームレンズ。

【請求項8】 前記回折光学素子は、前記絞りよりも縮小共役側に配されていることを特徴とする請求項5乃至7いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項9】 前記回折光学素子は、前記第5群内に配置されていることを特徴とする請求項1乃至8いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項10】 前記第1群の焦点距離を $f_1$ 、全系の広角端の焦点距離を $f_w$ とした時、

$$-0.50 < f_w / f_1 < -0.01$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至9いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 11】 広角端から望遠端への変倍に際して、第4群が拡大共役側から縮小共役側へ移動することを特徴とする請求項1乃至10いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 12】 広角端における第3群と第4群の間隔を $d3W$ 、望遠端における第3群と第4群の間隔を $d3T$ とする時、

$$0.05 < d3W / d3T < 0.60$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至11いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 13】 広角端から望遠端への変倍に際して、該第2群が縮小共役側から拡大共役側へ移動することを特徴とする請求項1乃至12いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 14】 広角端から望遠端への変倍に際する第2群の移動量を $M2$ 、広角端から望遠端への変倍に際する第4群の移動量を $M4$ とする時、

$$0.05 < | M2 / M4 | < 1.0$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至13いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 15】 広角端から望遠端への変倍に際する前記第3群、前記第4群の移動量を $M3$ 、 $M4$ とする時、

$$0.01 < | M3 / M4 | < 1.0$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至14いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 16】 広角端から望遠端への変倍に際して、ズームレンズの両端の群が固定であることを特徴とする請求項1乃至15いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 17】 前記第2群は、1枚の正レンズと1枚の負レンズ、若しくは1枚の負レンズにより構成されていることを特徴とする請求項1乃至16いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 18】 前記第3群は、1枚の正レンズにより構成されていることを特徴とする請求項1乃至17いずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 1 9】 該第 4 群は、1 枚の負レンズにより構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 いずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 2 0】 前記第 1 群が拡大共役側より順に正レンズ、負レンズ、負レンズの 3 枚若しくは正レンズ、正レンズ、負レンズの 3 枚から形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 いずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 2 1】 前記回折光学素子が一つの回折格子から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 いずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 2 2】 前記回折光学素子が複数の回折格子を積層して形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 いずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 2 3】 前記回折光学素子は、格子厚が等しい二つの回折格子を向かい合わせに組み合わせて形成し、前記回折光学素子表面を平坦にしたことを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 いずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 2 4】 前記回折光学素子は、複数の回折格子を組み合わせて形成していることを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 いずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 2 5】 前記回折光学素子は、複数の回折格子を空気を介して向かい合わせて形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 いずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 2 6】 請求項 1 乃至 2 5 いずれか 1 項記載のズームレンズを有し、該ズームレンズにより縮小側の共役位置に配置された原画の像を被投影面に投影することを特徴とする画像投影装置。

【請求項 2 7】 前記原画は液晶パネルであることを特徴とする請求項 2 6 記載の画像投影装置。

【請求項 2 8】 請求項 1 乃至 2 5 いずれか 1 項記載のズームレンズを有し、該ズームレンズを用いて、縮小側の共役位置にある感光体に物体の像を投影することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶プロジェクタ等において、液晶パネル等の画像形成装置により



形成した原画を拡大投影するための投射レンズに好適なズームレンズに関し、特に5群以上で構成されるズームレンズに回折光学素子を用いたズームレンズに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年の液晶プロジェクタは高精細化及び小型化の面での向上が著しく、それに伴い液晶プロジェクタに使用する投影光学系にも、今まで以上に高性能なものが要求されるようになってきた。特に画質の良し悪しを大きく左右する倍率色収差の補正に対する要求はかなり厳しくなっているのが現状である。

## 【0003】

従来より、前記の問題を解決すべく様々な光学系が提案されてきた。最近では、色収差、特に倍率色収差を補正する方法として、回折作用を有する回折光学素子を投影光学系に用いる提案がなされている。

## 【0004】

例えば、特開2000-19400では、液晶プロジェクタの投影光学系用のズームレンズに回折光学素子を用いたズームレンズを提案している。このズームレンズは、拡大共役側から順に負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群、正の屈折力の第5群を有するズームレンズに回折光学素子を導入したものである。この従来例において、ズームレンズ中に回折光学素子を適切に配することにより、非点収差及び歪曲収差が少なく、且つ高精細の液晶に対応し、倍率色収差が良好に補正されたズームレンズが得られている。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記特開2000-19400においては、広角端から望遠端に変倍する際、変倍群である第2群の縮小共役側から拡大共役側への移動量を十分に小さくすることができなかったため、レンズ全系の小型化という点では不十分であった。

## 【0006】

そこで、本発明では、液晶プロジェクタの投影レンズ等に使用するのに好適なズームレンズであって、諸収差及び色収差（特に倍率色収差）を十分に補正した上で、レンズ全系の小型化を実現したズームレンズの提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明のズームレンズは、拡大共役側より順に負の屈折力の第1群、変倍の際に移動する負の屈折力の第2群、第3群、第4群、第5群を有するズームレンズにおいて、該ズームレンズは回折光学素子を少なくとも1つ有していることを特徴としている。尚、この際、拡大共役側とは共役長が長い側のことで、縮小共役側とは共役長が短い側のことを表している。

【0008】

(2) さらに、(1)のズームレンズにおいて、第3群は正の屈折力、第4群は負の屈折力、第5群は正の屈折力を有していると尚良い。

【0009】

(3) また、(1)又は(2)のズームレンズにおいて、前記ズームレンズは第6群を有し、前記第5群が変倍の際に移動すると好ましい。

【0010】

(4) また、(1)乃至(3)のいずれかのズームレンズにおいて、前記ズームレンズが正の屈折力の第6群を有していると尚良い。

【0011】

(5) また、(1)乃至(4)のいずれかのズームレンズにおいて、前記ズームレンズは変倍の際に移動する絞りを有していると好ましい。

【0012】

(6) また、(1)乃至(5)のいずれかのズームレンズにおいて、前記ズームレンズは前記第3群と前記第4群との間に絞りを有しているとさらに望ましい。

【0013】

(7) また、(5)又は(6)のズームレンズにおいて、前記絞りは、変倍の際に前記第3群と共に移動するとより好ましい。

## 【0014】

(8) また、(5) 乃至 (7) のいずれかのズームレンズにおいて、前記回折光学素子は、前記絞りよりも縮小共役側に配されていると尚良い。

## 【0015】

(9) また、(1) 乃至 (8) のいずれかのズームレンズにおいて、前記回折光学素子は、前記第5群内に配置されていることが望ましい。

## 【0016】

(10) また、(1) 乃至 (9) のいずれかのズームレンズにおいて、前記第1群の焦点距離を $f_1$ 、全系の広角端の焦点距離を $f_w$ とした時、

$$-0.50 < f_w / f_1 < -0.01$$

を満足していることが望ましい。

## 【0017】

(11) また、(1) 乃至 (10) のいずれかのズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際して、第4群が拡大共役側から縮小共役側へ移動することが好ましい。

## 【0018】

(12) また、(1) 乃至 (11) のいずれかのズームレンズにおいて、広角端における第3群と第4群の間隔を $d_{3W}$ 、望遠端における第3群と第4群の間隔を $d_{3T}$ とする時、

$$0.05 < d_{3W} / d_{3T} < 0.60$$

を満足するとさらに望ましい。

## 【0019】

(13) また、(1) 乃至 (12) のいずれかのズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際して、該第2群が縮小共役側から拡大共役側へ移動すると尚良い。

## 【0020】

(14) また、(1) 乃至 (13) のいずれかのズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際する第2群の移動量を $M_2$ 、広角端から望遠端への変倍に際する第4群の移動量を $M_4$ とする時、

$$0.05 < | M2 / M4 | < 1.0$$

を満足することが望ましい。

【0021】

(15) また、(1) 乃至 (14) のいずれかのズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際する前記第3群、前記第4群の移動量をM3、M4とする時、

$$0.01 < | M3 / M4 | < 1.0$$

を満足すると尚良い。

【0022】

(16) また、(1) 乃至 (15) のいずれかのズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際して、ズームレンズの両端の群が固定されていることが好ましい。

【0023】

(17) また、(1) 乃至 (16) のいずれかのズームレンズにおいて、前記第2群は、1枚の正レンズと1枚の負レンズ、若しくは1枚の負レンズにより構成されているとより好ましい。

【0024】

(18) また、(1) 乃至 (17) のいずれかのズームレンズにおいて、前記第3群は、1枚の正レンズにより構成されていると尚良い。

【0025】

(19) また、(1) 乃至 (18) のいずれかのズームレンズにおいて、該第4群は、1枚の負レンズにより構成されていることが望ましい。

【0026】

(20) また、(1) 乃至 (19) のいずれかのズームレンズにおいて、前記第1群が拡大共役側より順に正レンズ、負レンズ、負レンズの3枚若しくは正レンズ、正レンズ、負レンズの3枚から形成されていることが好ましい。

(21) また、(1) 乃至 (20) のいずれかのズームレンズにおいて、前記回折光学素子が一つの回折格子から成っていても良い。

(22) また、(1) 乃至 (20) のいずれかのズームレンズにおいて、前記回

折光学素子が複数の回折格子を積層して形成されていても良い。

(23) また、(1) 乃至 (20) のいずれかのズームレンズにおいて、前記回折光学素子は、格子厚が等しい二つの回折格子を向かい合わせに組み合わせて形成し、前記回折光学素子表面を平坦にしていると望ましい。

(24) また、(1) 乃至 (20) のいずれかのズームレンズにおいて、前記回折光学素子は、複数の回折格子を組み合わせて形成していても良い。

【0027】

(25) また、(1) 乃至 (20) のいずれかのズームレンズにおいて、前記回折光学素子は、複数の回折格子を空気を介して向かい合わせて形成されていても良い。

【0028】

(26) の画像投影装置は、(1) 乃至 (20) のいずれかのズームレンズを有し、該ズームレンズにより縮小側の共役位置に配置された原画の像を被投影面に投影することを特徴としている。

【0029】

(27) また、(26) の画像投影装置において、前記原画は液晶パネルであっても良い。

【0030】

(28) の撮像装置は、請求項1乃至25いずれか1項記載のズームレンズを有し、該ズームレンズを用いて、縮小側の共役位置にある感光体に物体の像を投影することを特徴としている。

【0031】

【発明の実施の形態】

次に図面を用いて本願発明のズームレンズの実施形態について説明する。ただし、本願発明のズームレンズには、本願明細書中に記載した以外にも多種の実施形態がありうる。ここでは、本発明のズームレンズを主に液晶プロジェクタの投影光学系に適用した場合の実施形態に関して述べることにする。まずすべての実施例に共通する特徴について説明する。

【0032】

本発明に係るズームレンズを達成するためには、以下の条件式を満足するとより好ましい。

【0033】

$$-0.50 < f_w / f_1 < -0.01 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{1}$$

ここで、 $f_1$  は第1群の焦点距離、 $f_w$  は全系の広角端の焦点距離である。

【0034】

条件式①は、広角端における全系の焦点距離と第1群の焦点距離に関するものである。条件式①の下限値を超えると、第1群の負の屈折力が強くなり過ぎ、像面湾曲がオーバー側に発生するようになってしまい好ましくない。条件式①の上限値を超えると、第1群の負の屈折力が弱くなり過ぎ、全系で短い焦点距離を実現することが困難となり、像を投影する際の投影距離が長くなってしまい好ましくない。

【0035】

更に、以下の条件式を満足するとより好ましい。

【0036】

$$-1.0 < f_w / f_2 < -0.10 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{2}$$

ここで、 $f_w$  は広角端における全系の焦点距離を表し、 $f_2$  は第2群の焦点距離を各々表している。

【0037】

条件式②は、広角端における全系の焦点距離と第2群の焦点距離に関するものである。条件式②の下限値を超えると、第2群の負の屈折力が強くなり過ぎ、これに伴って他のレンズ群の屈折力も強める必要があり、レンズ系のコンパクト化には有利であるが、各レンズ群で発生する収差が増大し、これをバランス良く補正することが困難となり好ましくない。条件式②の上限値を超えると、第2群の負の屈折力が弱くなり過ぎ、変倍に伴うレンズ群の移動量が増大し、レンズ全長が長くなると共にレンズ外径も増大してくるので好ましくない。

【0038】

更に、以下の条件式を満足するとより好ましい。

【0039】

$$0.50 < f_w / f_3 < 1.5 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{3}$$

ここで、 $f_w$ は広角端における全系の焦点距離を表し、 $f_3$ は第3群の焦点距離を各々表している。

【0040】

条件式③は、広角端における全系の焦点距離と第3群の焦点距離に関するものである。条件式③の下限値を超えると、第3群の屈折力が弱くなり過ぎ、変倍に伴う各レンズ群の移動量が増大し、レンズ全長が長くなると共にレンズ外径も増大し好ましくない。条件式③の上限値を超えると、第3群の屈折力が強くなり過ぎ、レンズ系全体は小型化するが、第3群から球面収差等の諸収差の発生が多くなり、これを他のレンズ群で補正するのが困難になるので好ましくない。

【0041】

また、全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を得るには、以下の条件式を満足することが望ましい。

【0042】

$$0.05 < d_{3W} / d_{3T} < 0.60 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{4}$$

ここで、 $d_{3W}$ は広角端における第3群と第4群の間隔であり、 $d_{3T}$ は望遠端における第3群と第4群の間隔を表している。

【0043】

条件式④は、広角端と望遠端における第3群と第4群の間隔に関するものである。条件式④の上限値を超えて、広角端における第3群と第4群の間隔が大きくなり過ぎると、レンズ全長が増大し後玉径が増大するので好ましくない。条件式④の下限値を超えて、広角端における第3群と第4群の間隔が小さくなり過ぎると、ズーミング中射出瞳の位置が大きく変動するので、好ましくない。

【0044】

また、以下の条件式を満足すると、更に光学性能が良くなる。

【0045】

$$1.0 < d_{1W} / d_{1T} < 3.0 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{5}$$

ここで、 $d_{1W}$ は広角端における第1群と第2群の間隔であり、 $d_{1T}$ は望遠端における第1群と第2群の間隔を表している。

## 【0046】

条件式⑤は、広角端と望遠端における第1群と第2群の間隔に関するものである。条件式⑤の上限値を超えて、広角端における第1群と第2群の間隔が大きくなり過ぎると、レンズ全長が増大するので好ましくない。条件式⑤の下限値を超えて、広角端における第1群と第2群の間隔が小さくなり過ぎると、前玉径が増大するので好ましくない。

## 【0047】

以上の良好な光学性能を満たしつつ、レンズ全長の小型化を図るには、広角端から望遠端への変倍に際して、各群の移動量の絶対値が以下の条件式を満足していることが望ましい。

## 【0048】

$$0.05 < |M2 / M4| < 1.0 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{6}$$

ここで、M2は広角端から望遠端への変倍に際する第2群の移動量であり、M4は広角端から望遠端への変倍に際する第4群の移動量を表している。

## 【0049】

条件式⑥は、変倍に伴う第2群の移動量と第4群の移動量に関するものである。条件式⑥の上限値を超え第2群の移動量が大きくなると、前玉径が大きくなるので好ましくない。条件式⑥の下限値を超え第2群の移動量が小さくなると、所定の変倍比を確保することができなくなり好ましくない。

## 【0050】

更に、以下の条件式を満足すると、更なるレンズ全長の小型化が可能になる。

## 【0051】

$$0.01 < |M3 / M4| < 1.0 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{7}$$

ここで、M3は広角端から望遠端への変倍に際する第3群の移動量であり、M4は広角端から望遠端への変倍に際する第4群の移動量を表している。

## 【0052】

条件式⑦は、変倍に伴う第3群の移動量と第4群の移動量に関するものである。条件式⑦の上限値を超え第3群の移動量が大きくなると、レンズ全長が長くなり好ましくない。条件式⑦の下限値を超え第3群の移動量が小さくなると、所定



の変倍比を確保することができなくなり好ましくない。

### 【0053】

かかる構成を前提として、以下に第1から第4まで4つの数値実施例について図面を用いて詳細に説明する。数値実施例において、 $r_i$ は拡大共役側より順に第*i*番目のレンズ面の曲率半径、 $d_i$ は拡大共役側より順に第*i*番目のレンズ厚及び空気間隔、 $n_i$ と $v_i$ は各々拡大共役側より順に第*i*番目のレンズのガラス屈折率とアッベ数を表している。図1から図4は、本発明の数値実施例1から4のレンズ断面図である。各図において、拡大共役側がスクリーン側にあたり、縮小共役側が液晶パネル側にあたる。また、図1、2中のL1からL5は第1群から第5群の各群を表し、図3、4中のL1からL6は第1群から第6群の各群を表している。SPは絞りであり、各実施例とも第3群L3と第4群L4の間に存在する。また、GBは色合成プリズムや偏光フィルタ、そしてカラーフィルタ等のガラスブロックである。矢印は広角端から望遠端への変倍を行う際の各レンズ群の移動軌跡を示している。また、図5～7、図8～10、図11～13、図14～16は各実施例1～4に対応する広角端、中間位置、望遠端の各収差図を表しており、各図中のB、G、Rはそれぞれ470nm、550nm、650nmの波長の光を、 $\Delta M$ 、 $\Delta S$ はメリジオナル像面、サジタル像面を示している。

### 【0054】

#### (数値実施例1)

図1に数値実施例1のレンズ断面図を示す。拡大共役側より順に負の屈折力の第1群L1、負の屈折力の第2群L2、正の屈折力の第3群L3、負の屈折力の第4群L4、正の屈折力の第5群L5の5群構成であり、該第5群L5に回折光学素子を導入した例である。

### 【0055】

この時、各群のレンズ構成として、第1群L1は拡大共役側より順に正レンズ、負レンズ、負レンズの3枚、第2群L2は正レンズと負レンズの2枚、第3群L3は1枚の正レンズ、第4群L4は1枚の負レンズ、第5群は負レンズ、正レンズの貼り合せレンズと正レンズ2枚より構成されている。広角端から望遠端への変倍に際して、第2群L2は拡大共役側に、第3群L3は拡大共役側に、第4

群L 4は縮小共役側に移動している。尚、その際、該第1群L 1と該第5群L 5は固定である。また、第1群L 1を移動させてフォーカスを行っている。

## 【0056】

## (数値実施例2)

図2に数値実施例2のレンズ断面図を示す。図1の数値実施例1と同様に、拡大共役側より順に負の屈折力の第1群L 1、負の屈折力の第2群L 2、正の屈折力の第3群L 3、負の屈折力の第4群L 4、正の屈折力の第5群L 5の5群構成であり、第5群L 5に回折光学素子を導入した例である。

## 【0057】

この時、各群のレンズ構成として、第1群L 1は拡大共役側より順に正レンズ、負レンズ、負レンズの3枚から、第2群L 2は1枚の負レンズから、第3群L 3は1枚の正レンズから、第4群L 4は1枚の負レンズから、第5群L 5は負レンズと正レンズの貼り合せレンズと正レンズ2枚から構成されている。前記数値実施例1の場合と比較すると、第2群L 2の最も拡大共役側の正レンズが1枚削減された分、第2群L 2及び第3群L 3の拡大共役側への移動量が増えている。また、第4群L 4は前記数値実施例1と同様に縮小共役側に単調移動している。この結果、変倍に際して該第3群L 3と該第4群L 4との間の間隔を、前記図1の数値実施例1の場合よりも広げながら移動するようになった。尚、変倍の際、該第1群L 1と該第5群L 5は固定であり、該第1群L 1を移動させてフォーカスを行っている。

## 【0058】

## (数値実施例3)

図3に数値実施例3のレンズ断面図を示す。拡大共役側より順に負の屈折力の第1群L 1、負の屈折力の第2群L 2、正の屈折力の第3群L 3、負の屈折力の第4群L 4、正の屈折力の第5群L 5、正の屈折力の第6群L 6の6群構成であり、第5群L 5に回折光学素子を導入した例である。

## 【0059】

この時、各群のレンズ構成として、第1群L 1は拡大共役側より順に正レンズ、負レンズ、負レンズの3枚、第2群L 2は正レンズと負レンズの2枚、第3群

L 3 は 1 枚の正レンズ、該第 4 群 L 4 は 1 枚の負レンズ、第 5 群は負レンズと正レンズの貼り合せと正レンズ、第 6 群は 1 枚の正レンズにより構成されている。また、広角端から望遠端への変倍に際して、第 2 群 L 2、第 3 群 L 3、第 5 群 L 5 は拡大共役側に移動し、第 4 群 L 4 は縮小共役側に移動し、第 1 群 L 1、第 6 群 L 6 は固定されている。また、該第 1 群 L 1 を移動させてフォーカスを行っている。

## 【0060】

## (数値実施例 4)

図 4 に数値実施例 4 のレンズ断面図を示す。前記数値実施例 3 と同様に、拡大共役側より順に負の屈折力の第 1 群 L 1、負の屈折力の第 2 群 L 2、正の屈折力の第 3 群 L 3、負の屈折力の第 4 群 L 4、正の屈折力の第 5 群 L 5、正の屈折力の第 6 群 L 6 の 6 群構成であり、該第 5 群 L 5 に回折光学素子を導入した例である。

## 【0061】

この時、各群のレンズ構成として、第 1 群 L 1 は拡大共役側より順に正レンズ、正レンズ、負レンズの 3 枚から、第 2 群 L 2 は 1 枚の負レンズから、第 3 群 L 3 は 1 枚の正レンズから、第 4 群 L 4 は 1 枚の負レンズから、第 5 群 L 5 は負レンズ、正レンズの貼り合せレンズと正レンズから、第 6 群は 1 枚の正レンズから構成されている。前記数値実施例 3 の場合と比較すると、第 2 群 L 2 の最も拡大共役側の正レンズが 1 枚削減された分、広角端から望遠端への変倍の際の第 2 群 L 2 及び第 3 群 L 3 の拡大共役側への移動量が増えている。また、広角端から望遠端への変倍に際して、第 4 群 L 4 は縮小共役側に移動し、第 1 群 L 1 と第 6 群 L 6 は固定である。この結果、広角端から望遠端への変倍に際して第 3 群 L 3 と第 4 群 L 4 との間隔を、前記数値実施例 3 の場合よりも広げながら移動するようになった。尚、第 1 群 L 1 を移動させてフォーカスを行っている。

## 【0062】

以上述べた数値実施例 1 乃至 4 に関して、条件式①乃至⑨を計算した結果を以下に示す。

## 【0063】

【表 1】

数値実施例 条件式番号	数値実施例 1	数値実施例 2	数値実施例 3	数値実施例 4
①	-0.195	-0.0448	-0.306	-0.0882
②	-0.322	-0.523	-0.159	-0.519
③	0.914	0.892	0.917	0.991
④	0.334	0.133	0.500	0.383
⑤	1.33	1.51	1.77	1.13
⑥	0.154	0.343	0.782	0.183
⑦	0.0195	0.297	0.797	0.368
⑧	$1.51 \times 10^{-3}$	$2.46 \times 10^{-3}$	$1.00 \times 10^{-3}$	$1.37 \times 10^{-3}$
⑨	$8.75 \times 10^{-7}$	$6.98 \times 10^{-7}$	$2.74 \times 10^{-6}$	$7.85 \times 10^{-7}$

## 【0064】

以下に各数値実施例における回折光学素子を配置する位置、及び回折光学素子の構成について詳細に述べる。

## 【0065】

回折光学素子を導入する群の検討を行うにあたり、問題を簡単に取り扱うために、各実施例とも薄肉単レンズで構成された近軸配置で考えることにする。ここで、各レンズ群を通過する近軸軸上光線の光軸からの高さを  $h$  とし、瞳近軸光線の光軸からの高さを

【外 1】

$\bar{h}$

## 【0066】

とした際の色収差との関係について考える。

## 【0067】

まず、回折光学素子を導入する前の光学系全系の軸上色収差係数を  $L$ 、倍率色収差係数を  $T$  とし、次に、回折光学素子を導入した群の軸上色収差係数を  $L_D$ 、倍

率色収差係数を $T_D$ とし、そして、回折光学素子を導入した後の全系の軸上色収差係数を $L_{TOT}$ 、倍率色収差係数を $T_{TOT}$ とすると、以下の関係式が成り立つ。

【0068】

【外2】

$$\begin{cases} L_{TOT} = L + L_D \\ T_{TOT} = T + T_D \end{cases} \quad \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda (a)$$

【0069】

【外3】

$$\begin{cases} L_D = h_D^2 \frac{\phi_D}{v_D} \\ T_D = h_D \bar{h}_D \frac{\phi_D}{v_D} \end{cases} \quad \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda (b)$$

【0070】

但し、

【外4】

$h_D, \bar{h}_D$

【0071】

は回折光学素子を導入した際の導入レンズ群を通過する近軸軸上光線の光軸からの高さ及び瞳近軸光線の光軸からの高さを表し、 $\phi_D$ は回折光学素子の屈折力を、 $v_D$ は回折光学素子のアッベ数を表し、 $v_D = -3.45$ である。

【0072】

また、前記軸上色収差係数及び倍率色収差係数の各色収差係数と軸上色収差及び倍率色収差の各色収差との間には、次の関係式が成り立っている。

【0073】

【外5】

$$\begin{cases} (\text{軸上色収差}) \propto -L \\ (\text{倍率色収差}) \propto -T \tan \omega \end{cases} \quad \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda (c)$$

【0074】

但し、 $\omega$  は各光線の半画角を表している。

## 【0075】

液晶プロジェクタ等に使用する投影光学系の色収差は、一般的に軸上及び倍率色収差ともに正側に発生することが多いことから、回折光学素子を導入する前の全系の軸上色収差係数 $L$ 及び倍率色収差係数 $T$ ともに、前記(c)式より負の値になることが分かる。この軸上及び倍率色収差を補正するには、回折光学素子を導入した後の全系の各色収差係数 $L_{TOT}$ 、 $T_{TOT}$ の値が各々0に近づけば良いことになる。前述より、回折光学素子を導入する前の全系の軸上色収差係数 $L$ 及び倍率色収差係数 $T$ ともに負の値であることと、前記(a)式を考慮すると、回折光学素子を導入した群の軸上色収差係数 $L_D$ 、倍率色収差係数 $T_D$ の値が正になるような群に、前記回折光学素子を導入すれば良いことになる。

## 【0076】

これを本発明の各実施例について考えると、第3群と第4群の間にある絞りよりも縮小共役側にある群(第4群、第5群、第6群)のいずれかの群に回折光学素子を導入すれば、軸上色収差及び倍率色収差の両者を同時に補正することができ、より好ましい。また、回折光学素子を設ける面に関しては、軸上光線及び軸外光線の各光線入射位置におけるレンズ面の法線方向に対する角度に差が生じると、回折効率が落ちることが懸念される。そこで、回折光学素子は、軸上光線及び軸外光線ができるだけコンセントリックになるようなレンズ面に配置することが好ましい。また、最も外側のレンズ面は塵や光源からの熱の影響を受け回折光学素子が劣化する恐れがあるため、収差補正上止むを得ない等の不可避な場合を除いて回折光学素子を配置するのはなるべく避けた方が良い。以上のことを考慮すると、回折光学素子を第5群に配置するのが特に好ましいと考えられる。

## 【0077】

また、これらの回折光学素子は、光学面の上に施されるのであるが、そのベースは球面若しくは平面あるいは非球面あるいは2次曲面でも良い。また、それらの光学面にプラスチック等の膜を上記回折光学面として添付する方法(いわゆるレプリカ非球面)で作成しても良い。

## 【0078】

本実施形態における回折光学素子の製法としては、バイナリオプティクス形状

をフォトリソトにより直接レンズ表面に成形する方法の他に、この方法によって作成した型を用いるレプリカ成形やモールド成形を行う方法がある。また、鋸状形状のキノフォームにすれば、回折効率が上がり、理想値に近い回折効率が期待できる。

## 【0079】

また、本実施形態における回折光学素子の形状は、基準波長（d線）を $\lambda$ 、光軸からの距離をH、位相を $\phi(H)$ とした時、

$$\phi(H) = 2\pi/\lambda (C_1 \cdot H^2 + C_2 \cdot H^4 + \dots + C_i \cdot H^{2i}) \dots \dots \dots (d)$$

の式で表すことができる。ここで、 $\phi(H)$ は回折面の位相形状、Hは光軸に対して垂直方向の高さ、 $\lambda$ は設計波長（ここでは1次）、 $C_n$ はn次の位相係数を各々表している。この上記(d)式より明らかなように、光軸からの距離Hによって位相を調整している。レンズ径が大きければ大きい程、高次の係数の影響を大きくすることができるようになっている。

## 【0080】

ここで、各実施例に対して回折光学素子を収差補正上、且つレンズ全長の小型化に有効に利用するためには、以下の条件式を満足するように各係数を設定することが好ましい。

## 【0081】

$$1.0 \times 10^{-5} < |C_2 / C_1| < 1.0 \times 10^{-1} \dots \dots \dots$$

⑧

$$1.0 \times 10^{-9} < |C_3 / C_1| < 1.0 \times 10^{-4} \dots \dots \dots$$

⑨

ここで、各係数 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ は上述の(d)式における係数と同じである。上述の2つ条件式（⑧、⑨式）の範囲を外れると、収差補正が難しくなるだけでなく、回折光学素子が作りにくくなり好ましくない。

## 【0082】

本実施例に適用可能な回折光学素子の構造の例としては、図17に示す1層のキノフォーム形状の単層構成のものや、図18に示すような2つの層を積み上げた積層構成のもの等がある。

## 【0083】

図19は図17に示す回折光学素子101の1次回折光の回折効率の波長依存性を示している。実際の回折光学素子101の構成は、図17より、基材102の表面に紫外線硬化樹脂を塗布し、樹脂部に波長530nmで1次回折光の回折効率が100%となるような格子厚dの回折格子103を形成している。

## 【0084】

前記図19で明らかなように、設計次数の回折効率は最適化した波長530nmから離れるに従って低下し、一方設計次数近傍の次数の0次回折光と2次回折光の回折効率が増大している。その設計次数以外の回折光の増加はフレアとなり、光学系の解像度の低下につながる。

## 【0085】

図18に示す2つの回折格子104、105を積層した積層型の回折光学素子の波長依存特性を図20に示す。前記図18では、基材102上に紫外線硬化樹脂 ( $nd=1.499$ 、 $vd=54$ ) から成る第1の回折格子104を形成し、その上に別の紫外線硬化樹脂 ( $nd=1.598$ 、 $vd=28$ ) から成る第2の回折格子105を形成している。この材質の組合せでは、第1の回折格子104の格子厚 $d_1$ は $d_1=13.8\mu m$ 、第2の回折格子105の格子厚 $d_2$ は $d_2=10.5\mu m$ としている。前記 図20から判るように、積層構造の回折光学素子にすることで、設計次数の回折効率は、使用波長全域で95%以上の高い回折効率を有している。

## 【0086】

このように、本発明の実施例の回折光学素子として積層構造を用いると、光学性能を更に改善することができる。

## 【0087】

なお回折光学素子として、材質を紫外線硬化樹脂に限定するものではなく、他のプラスチック材なども使用できるし、基材によっては第1の回折格子部104を直接基材に形成しても良い。また各格子厚が必ずしも必要はなく、材料の組合せでは図21に示すように2つの格子厚を等しくできる。この場合、回折光学素子表面に格子形状が形成されないので、防塵性に優れ、回折光学素子の組立作業



性が向上し、より安価な光学系を提供できる。

【0088】

また、図22のように、基材102上に紫外線硬化樹脂 ( $nd=1.6685$ 、 $v_d=19.7$ ) から成る第1の回折格子107を形成し、前記回折格子107に対し、互いの鋸の山の部分の間隔を約  $1.5\mu m$  程度離れた場所に、別の紫外線硬化樹脂 ( $nd=1.5240$ 、 $vd=50.8$ ) から成る第2の回折格子106を形成した積層構造の回折光学素子でも、前記図18の回折格子と同等の回折効率を得ることができる。この材質の組合せでは、第1の回折格子107の格子厚 $d_1$ は $d_1=5.0\mu m$ 、第2の回折格子106の格子厚 $d_2$ は $d_2=7.5\mu m$ としている。

【0089】

本実施例における回折光学素子には、以上のような構成の回折光学素子を用いれば、色収差を低減でき、構成レンズ枚数を削減でき、尚且つ良好な光学性能を持つズームレンズを得ることができるが、本実施例に適用可能な回折光学素子は上記の限りではなく、他の回折光学素子を用いても構わない。

【0090】

以上に記載したようなズームレンズは、液晶プロジェクタやカメラ等に適用することができる。図23には液晶プロジェクタに適用した場合、図24にはカメラに適用した場合の図を示す。図23においては、液晶プロジェクタ本体201内部において、縮小共役位置に配置された液晶パネル205により形成されたRGB3色の画像をプリズム202によって合成し、合成されてプリズムから出射した光束を投影レンズ203、つまり本発明によるズームレンズによってスクリーン204に投影している。また、図24においては、カメラ本体206内部において、被写体209の像を撮像レンズ208、つまり本発明によるズームレンズを通して、縮小共役位置にある感光体207上に結像させて撮影を行っている。このズームレンズが適用できる範囲は上記の限りではなく、例えば、図23のフロントプロジェクションタイプの液晶プロジェクタに限らずリアプロジェクションタイプの液晶プロジェクタにも適用可能であるし、その他の光学機器にも適用できる。

【0091】

## 【外 6】

## [数值実施例 1]

&lt;回折面&gt;

第 2 0 面

$$C1 = -3.53180 \times 10^{-4}$$

$$C2 = 5.31570 \times 10^{-7}$$

$$C3 = 3.08930 \times 10^{-10}$$

f=28.70168-34.15107		fno=1:2.04-2.34		2w=47.07° -40.21°	
r 1= 63.850	d 1= 3.11	n 1= 1.88572	v 1= 37.5		
r 2= -220.262	d 2= 0.15				
r 3= 35.733	d 3= 1.50	n 2= 1.48849	v 2= 70.4		
r 4= 15.053	d 4= 2.92				
r 5= 69.302	d 5= 1.50	n 3= 1.49648	v 3= 69.5		
r 6= 33.020	d 6= 可変				
r 7= -7158.520	d 7= 1.86	n 4= 1.85780	v 4= 23.0		
r 8= -49.732	d 8= 0.56				
r 9= -27.197	d 9= 1.50	n 5= 1.85780	v 5= 23.0		
r10= -296.581	d10= 可変				
r11= 22.329	d11= 2.65	n 6= 1.71151	v 6= 43.0		
r12= 23227.510	d12= 0.3				
r13= 0.000(絞り)	d13= 可変				
r14= -28.984	d14= 1.50	n 7= 1.51684	v 7= 67.5		
r15= 34.243	d15= 可変				
r16= -92.572	d16= 1.50	n 8= 1.85780	v 8= 23.0		
r17= 39.308	d17= 4.95	n 9= 1.69667	v 9= 54.5		
r18= -43.432	d18= 0.15				
r19= 448.130	d19= 3.81	n10= 1.85641	v10= 43.2		
r20= -44.609	d20= 0.5				
r21= 90.756	d21= 3.59	n11= 1.85663	v11= 43.2		
r22= -107.613	d22= 5.14				
r23= 0.000	d23= 41.50	n12= 1.62528	v12= 58.2		
r24= 0.000					

焦点距離			
可変間隔	28.70	31.30	34.15
d 6	3.48	2.83	2.62
d10	0.50	1.33	1.47
d13	2.74	5.52	8.20
d15	9.13	6.17	3.56

【0 0 9 2】

## 【外 7】

## 〔数值実施例 2〕

〈回折面〉

第 1 8 面

$$C1 = -3.65990 \times 10^{-4}$$

$$C2 = 8.98550 \times 10^{-7}$$

$$C3 = -2.55590 \times 10^{-10}$$

f=28.70041-34.15057		fno=1:2.04-2.34		2w=47.07° -40.21°	
r 1= 45.885	d 1= 3.81	n 1= 1.88481	v 1= 36.8		
r 2= -1448.483	d 2= 0.15				
r 3= 30.137	d 3= 1.50	n 2= 1.48849	v 2= 70.4		
r 4= 14.417	d 4= 2.61				
r 5= 40.354	d 5= 1.50	n 3= 1.48849	v 3= 70.4		
r 6= 26.150	d 6= 可変				
r 7= -27.200	d 7= 1.50	n 4= 1.69010	v 4= 29.4		
r 8= -98.627	d 8= 可変				
r 9= 26.562	d 9= 2.31	n 5= 1.82926	v 5= 45.4		
r10= 5462.617	d10= 0.3				
r11= 0.000(絞り)	d11= 可変				
r12= -27.495	d12= 1.50	n 6= 1.52077	v 6= 67.2		
r13= 57.586	d13= 可変				
r14= -132.244	d14= 1.50	n 7= 1.85780	v 7= 23.0		
r15= 31.436	d15= 4.22	n 8= 1.58998	v 8= 62.1		
r16= -88.921	d16= 0.15				
r17= -366.881	d17= 3.36	n 9= 1.87714	v 9= 41.8		
r18= -39.369	d18= 0.5				
r19= 64.293	d19= 4.77	n10= 1.88959	v10= 41.0		
r20= -64.359	d20= 5.14				
r21= 0.000	d21=41.50	n11= 1.62528	v11= 58.2		
r22= 0.000					

可変間隔	28.70	31.30	34.15
d 6	5.55	4.49	3.67
d 8	0.50	0.80	0.75
d11	1.09	4.72	8.20
d13	10.01	7.15	4.53

【0 0 9 3】

## 【外 8】

## 〔数值実施例 3〕

&lt;回折面&gt;

第 2 0 面

$$C1 = -3.76150 \times 10^{-4}$$

$$C2 = 3.76250 \times 10^{-7}$$

$$C3 = 1.03130 \times 10^{-9}$$

f=28.69958-34.14701		fno=1:2.04-2.34		2w=47.07° -40.21°	
r 1= 65.866	d 1= 3.15	n 1= 1.83876	v 1= 37.2		
r 2= -176.072	d 2= 0.15				
r 3= 41.739	d 3= 1.50	n 2= 1.48898	v 2= 70.2		
r 4= 16.154	d 4= 2.80				
r 5= 236.204	d 5= 1.50	n 3= 1.48898	v 3= 70.2		
r 6= 36.066	d 6= 可変				
r 7= 308.317	d 7= 1.93	n 4= 1.85415	v 4= 23.8		
r 8= -51.886	d 8= 0.57				
r 9= -27.425	d 9= 1.50	n 5= 1.85415	v 5= 23.8		
r10= -141.858	d10= 可変				
r11= 22.020	d11= 2.63	n 6= 1.72019	v 6= 47.9		
r12= 899.965	d12= 0.33				
r13= 0.000(絞り)	d13= 可変				
r14= -30.826	d14= 1.50	n 7= 1.62261	v 7= 60.3		
r15= 41.800	d15= 可変				
r16= -58.854	d16= 1.50	n 8= 1.85415	v 8= 23.8		
r17= 36.437	d17= 4.88	n 9= 1.68052	v 9= 55.3		
r18= -39.630	d18= 0.15				
r19= -2566.075	d19= 3.44	n10= 1.88761	v10= 40.8		
r20= -42.942	d20= 可変				
r21= 72.554	d21= 3.85	n11= 1.88761	v11= 40.8		
r22= -94.165	d22= 5.14				
r23= 0.000	d23=41.50	n12= 1.62528	v12= 58.2		
r24= 0.000					

焦点距離	28.70	31.30	34.15
可変間隔			
d 6	3.99	3.21	2.25
d10	0.53	0.5	0.5
d13	4.00	6.10	7.99
d15	7.50	5.44	3.35
d20	0.50	1.27	2.43

【0 0 9 4】

## 【外 9】

## 〔数値実施例 4〕

&lt;回折面&gt;

第 1 8 面

$$C1 = -3.61700 \times 10^{-4}$$

$$C2 = 4.94330 \times 10^{-7}$$

$$C3 = 2.83840 \times 10^{-10}$$

f=28.69958-34.14988		fno=1:2.04-2.34		2w=47.07° -40.21°	
r 1= 191.878	d 1= 2.66	n 1= 1.80768	v 1= 46.6		
r 2= -115.943	d 2= 0.15				
r 3= 84.429	d 3= 2.09	n 2= 1.76099	v 2= 27.5		
r 4= 356.453	d 4= 0.15				
r 5= 44.503	d 5= 1.50	n 3= 1.48898	v 3= 70.2		
r 6= 14.456	d 6= 可変				
r 7= -21.815	d 7= 1.50	n 4= 1.58447	v 4= 40.8		
r 8= -68.834	d 8= 可変				
r 9= 24.741	d 9= 2.65	n 5= 1.77582	v 5= 49.6		
r10= -233.839	d10= 0.3				
r11= 0.000(絞り)	d11= 可変				
r12= -31.363	d12= 1.50	n 6= 1.48898	v 6= 70.2		
r13= 33.754	d13= 可変				
r14= -81.904	d14= 1.50	n 7= 1.85415	v 7= 23.8		
r15= 34.179	d15= 4.79	n 8= 1.62261	v 8= 60.3		
r16= -46.723	d16= 0.15				
r17= 859.297	d17= 3.50	n 9= 1.83897	v 9= 42.7		
r18= -45.988	d18= 可変				
r19= 72.837	d19= 4.38	n10= 1.83897	v10= 42.7		
r20= -72.530	d20= 5.14				
r21= 0.000	d21=41.50	n11= 1.62528	v11= 58.2		
r22= 0.000					

焦点距離 可変間隔	28.70	31.30	34.15
d 6	6.09	5.73	5.41
d 8	1.18	0.89	0.50
d11	3.14	5.69	8.20
d13	8.58	6.04	3.55
d18	0.50	1.13	1.83

【0 0 9 5】

## 【発明の効果】

本発明によれば、以上のように、拡大共役側より順に負の屈折力の第 1 群、負

の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群の3つのレンズ群を含む5群構成以上のズームレンズにおいて、所定のレンズ群に回折光学素子を適切に設定し、且つ各レンズ群の屈折力や広角端から望遠端への変倍に伴う各群の移動条件等を適切に設定することにより、色収差（特に倍率色収差）を補正することは勿論のこと、レンズ系全体の小型化も図った液晶プロジェクタ等に使用される、液晶画像等を拡大投影するための投射レンズに好適なズームレンズを達成している。特に本発明によれば、前述記載の構成にすることにより、変倍比1.2以上で $F_{no}2.0$ 程度と大口径を確保しながらも、諸収差が十分補正されており、且つ色合成プリズム等の光学素子や各種フィルタの光学素子が入るバックフォーカス空間を十分に確保しつつ、倍率色収差が良好に補正され全ズーム域・全物体距離に渡って良好な性能を有するテレセントリックな光学系のズームレンズを実現し、合わせて該ズームレンズに適した液晶プロジェクタを実現することができる。また、その際、レンズ全長の小型化も実現可能となっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の数値実施例1のレンズ断面図

【図2】

本発明の数値実施例2のレンズ断面図

【図3】

本発明の数値実施例3のレンズ断面図

【図4】

本発明の数値実施例4のレンズ断面図

【図5】

本発明の数値実施例1の広角端の収差図

【図6】

本発明の数値実施例1の中間位置の収差図

【図7】

本発明の数値実施例1の望遠端の収差図

【図8】

本発明の数値実施例 2 の広角端の収差図

【図 9】

本発明の数値実施例 2 の中間位置の収差図

【図 1 0】

本発明の数値実施例 2 の望遠端の収差図

【図 1 1】

本発明の数値実施例 3 の広角端の収差図

【図 1 2】

本発明の数値実施例 3 の中間位置の収差図

【図 1 3】

本発明の数値実施例 3 の望遠端の収差図

【図 1 4】

本発明の数値実施例 4 の広角端の収差図

【図 1 5】

本発明の数値実施例 4 の中間位置の収差図

【図 1 6】

本発明の数値実施例 4 の望遠端の収差図

【図 1 7】

本発明に係る回折光学素子の説明図

【図 1 8】

本発明に係る回折光学素子の説明図

【図 1 9】

本発明に係る回折光学素子（図 1 7）の波長依存特性の説明図

【図 2 0】

本発明に係る回折光学素子（図 1 8）の波長依存特性の説明図

【図 2 1】

本発明に係る回折光学素子の説明図

【図 2 2】

本発明に係る回折光学素子の説明図

【図 2 3】

本発明に係るズームレンズを用いた液晶プロジェクタ

【図 2 4】

本発明に係るズームレンズを用いたカメラ

【符号の説明】

L 1 第 1 群

L 2 第 2 群

L 3 第 3 群

L 4 第 4 群

L 5 第 5 群

L 6 第 6 群

SP 絞り

GB ガラスブロック

△M メリジオナル像面

△S サジタル像面

2 0 1 液晶プロジェクタ本体

2 0 2 プリズム

2 0 3 投影レンズ（本発明によるズームレンズ）

2 0 4 スクリーン

2 0 5 液晶パネル

2 0 6 カメラ本体

2 0 7 感光体

2 0 8 撮像レンズ（本発明によるズームレンズ）

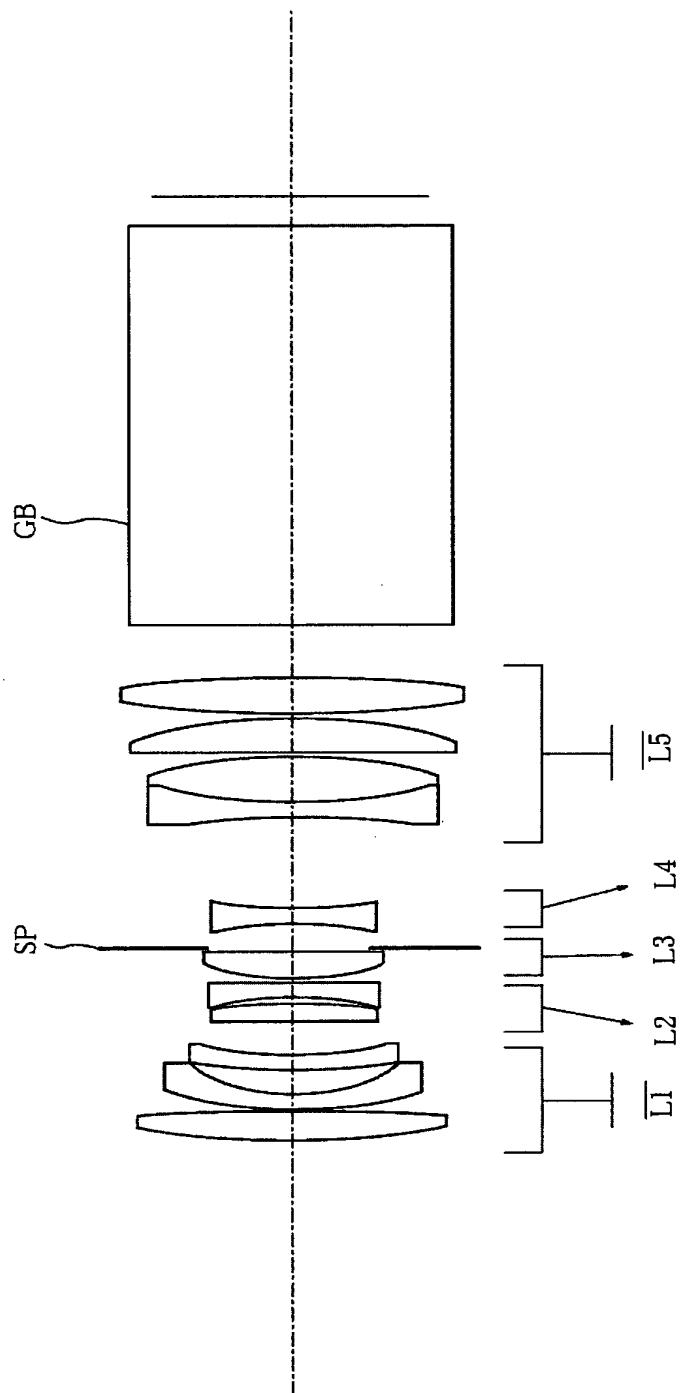
2 0 9 被写体



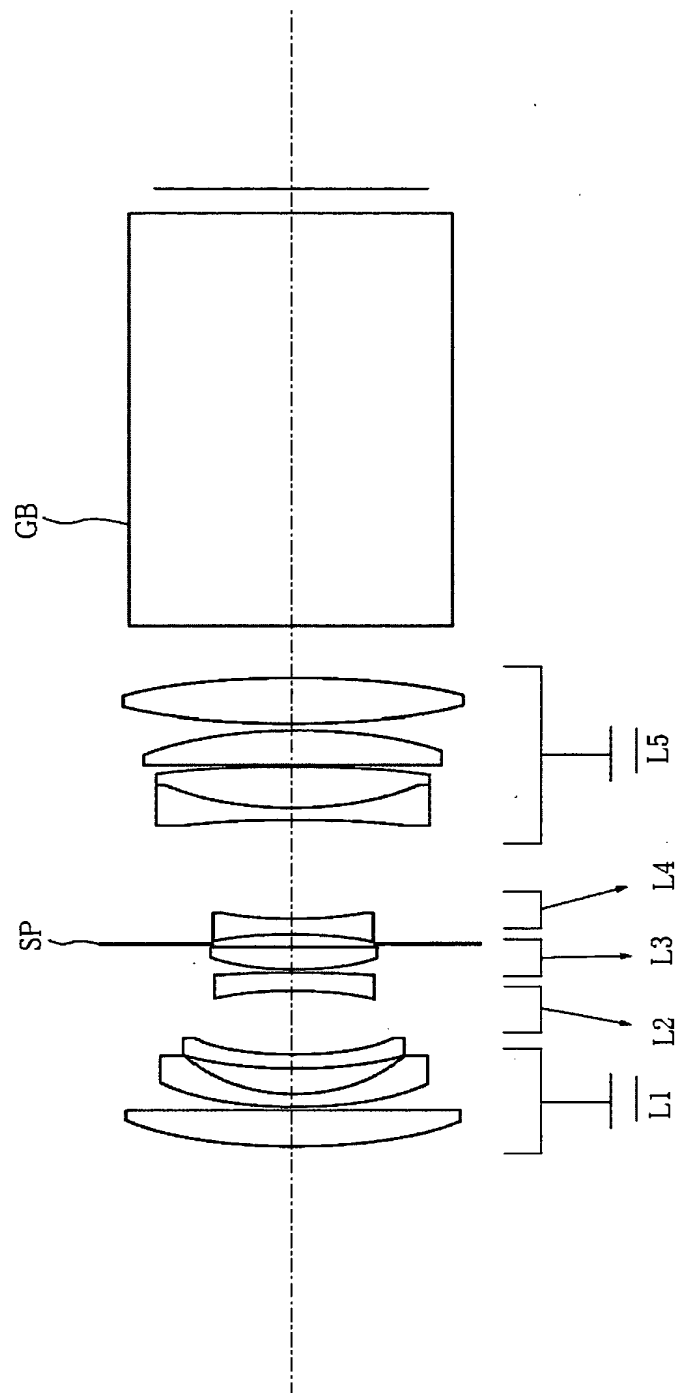
【書類名】

図面

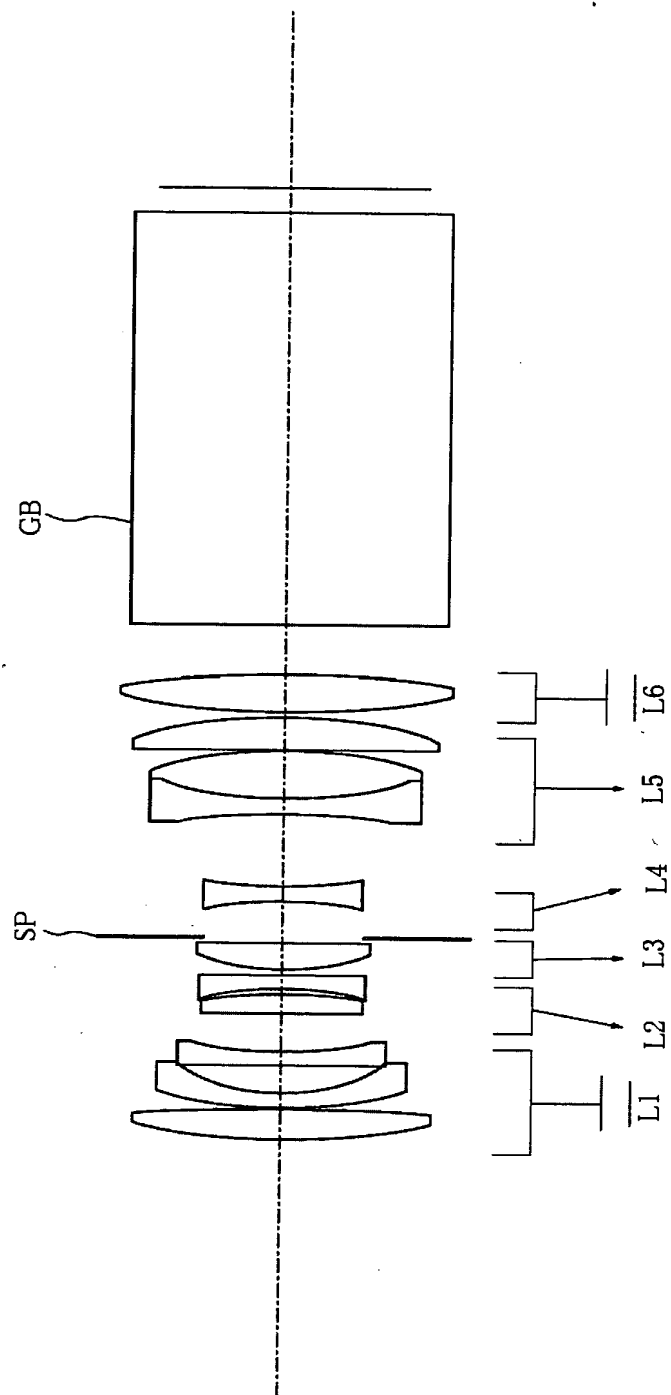
【図 1】



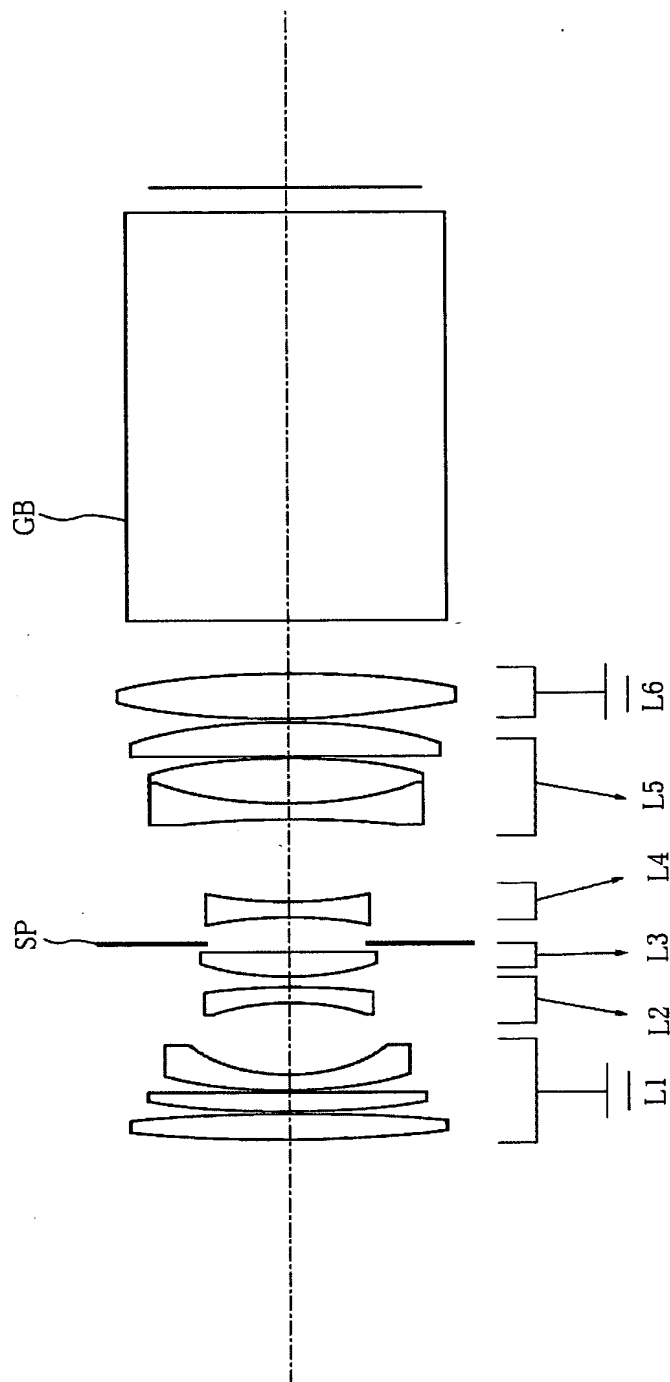
【図2】



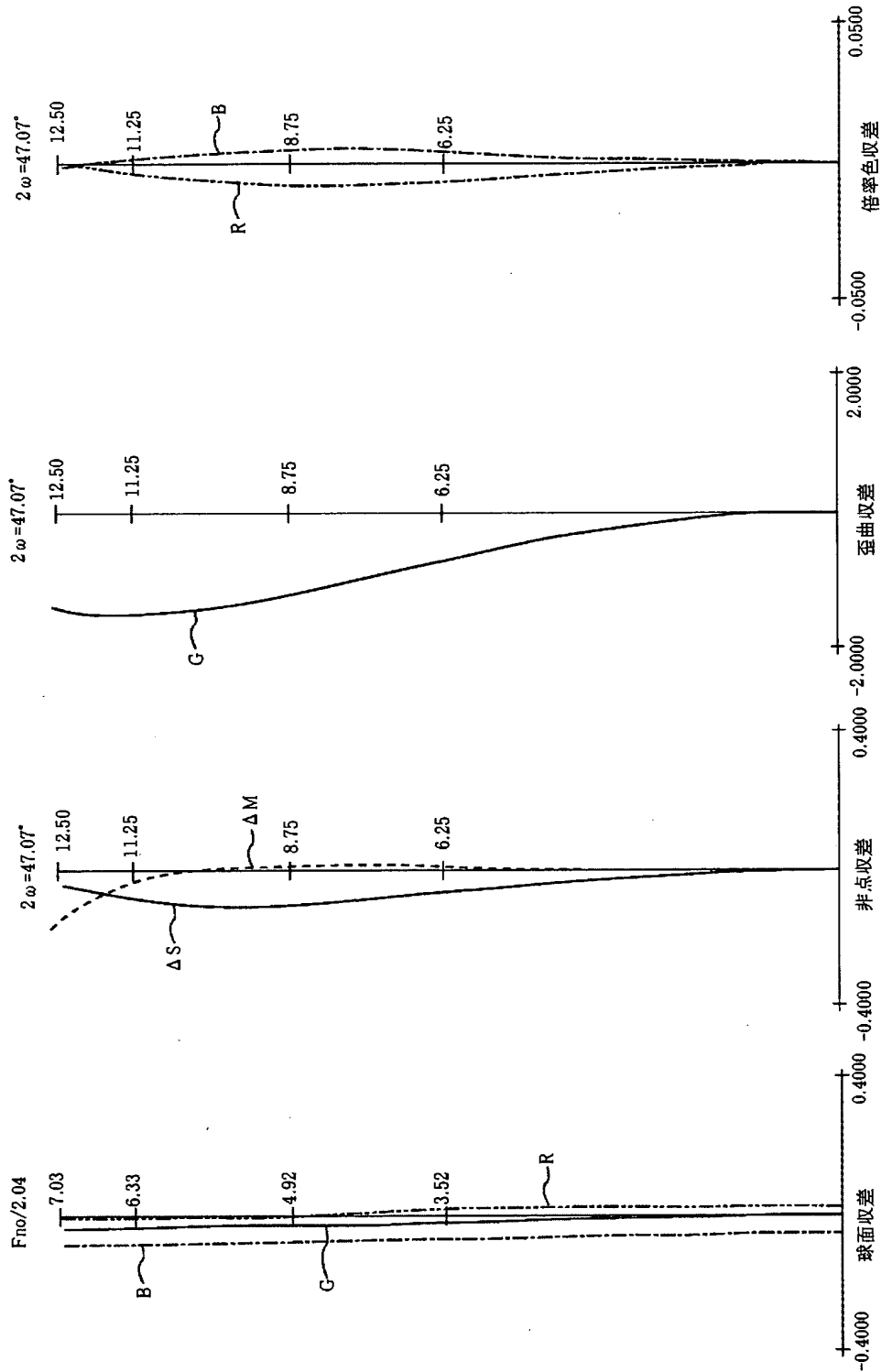
【図 3】



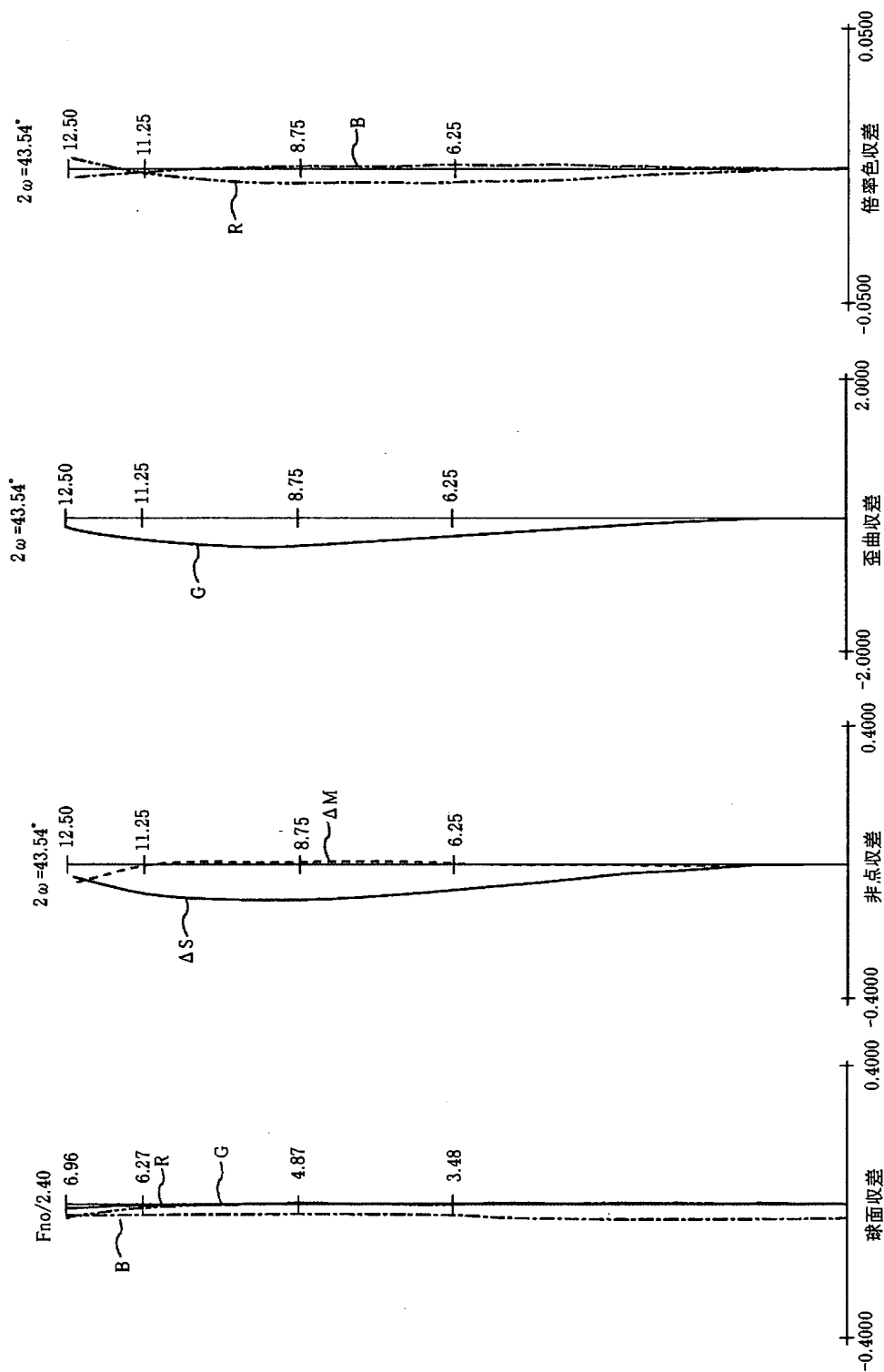
【図4】



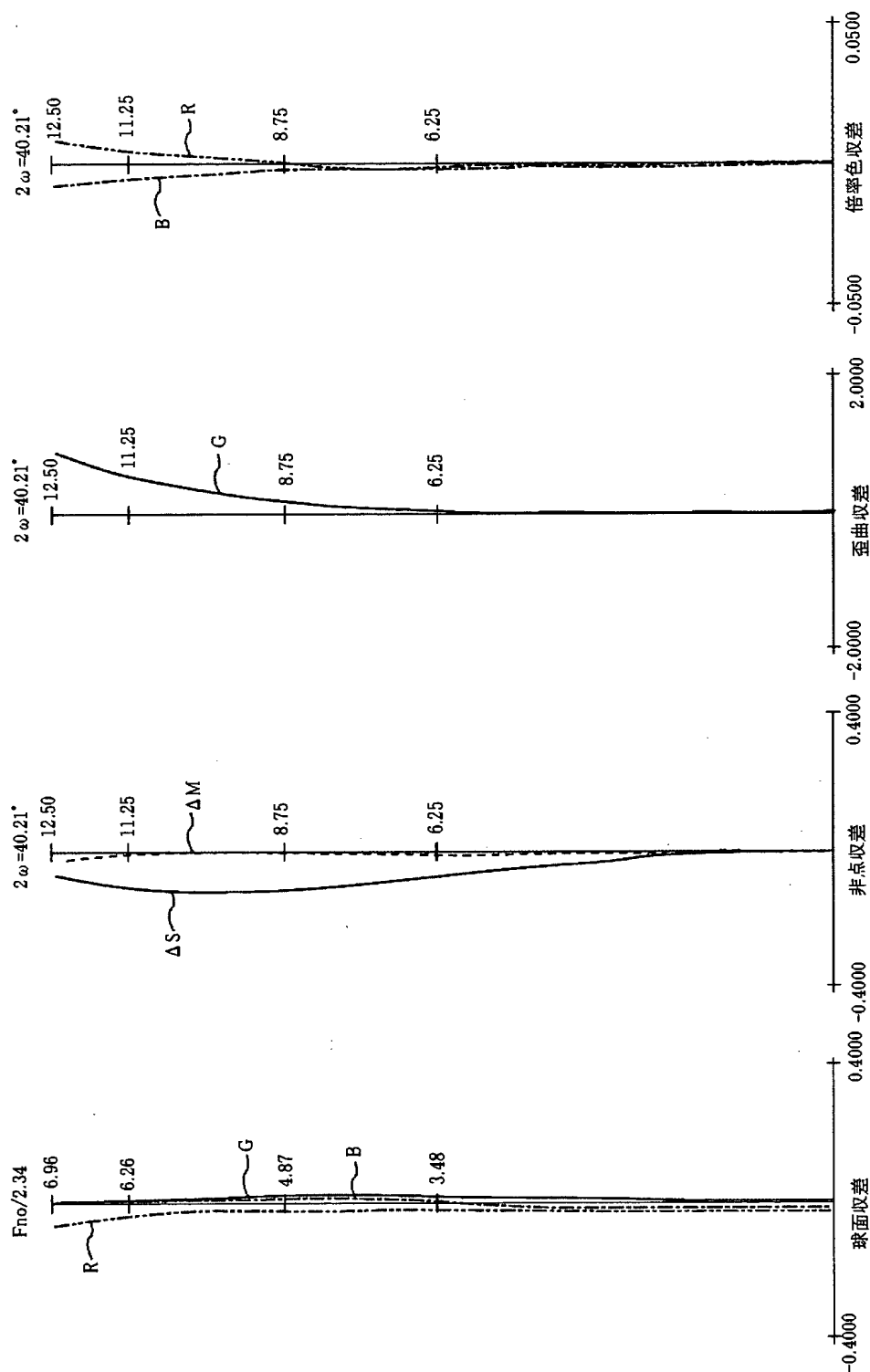
【図 5】



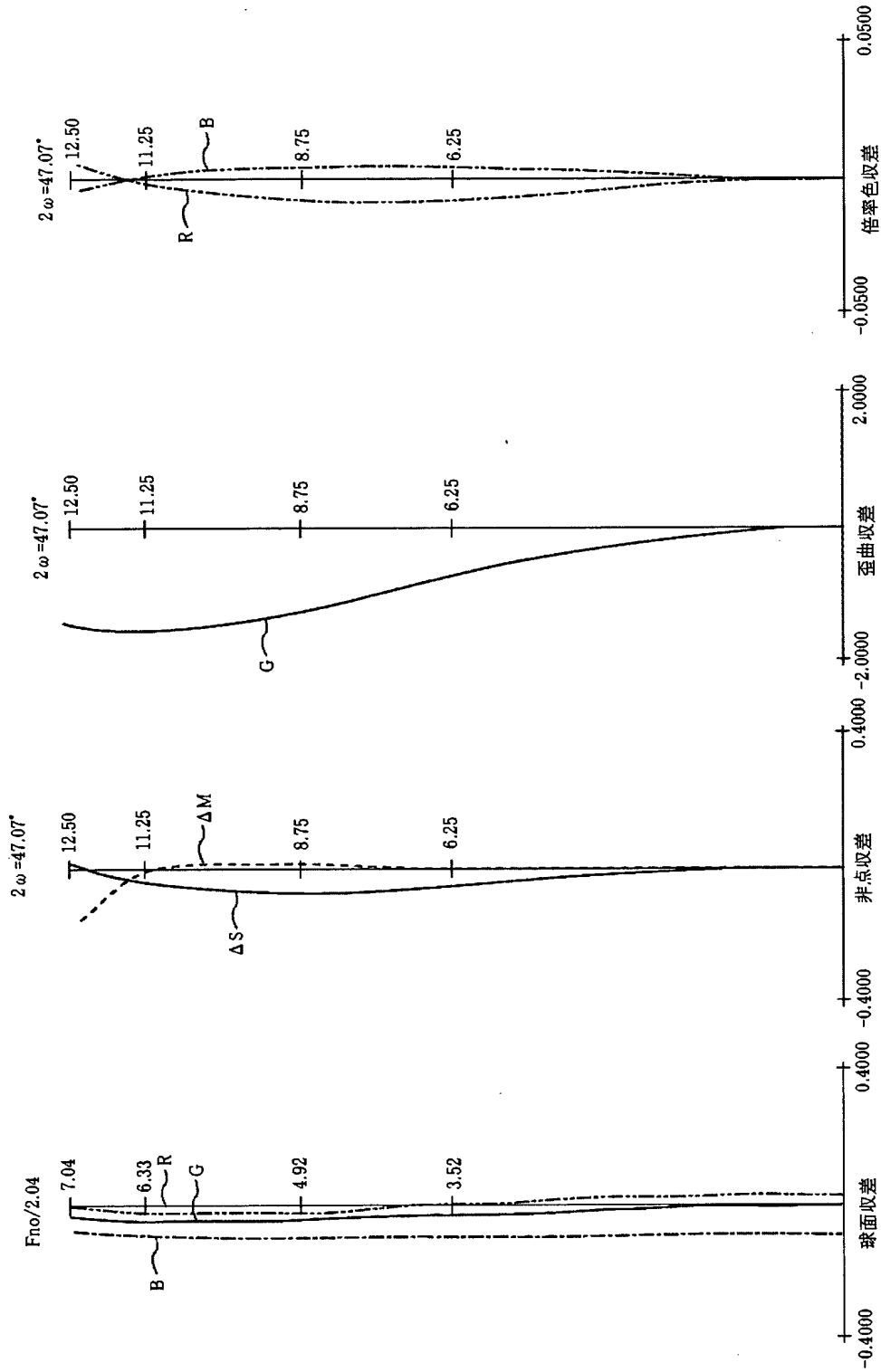
【图 6】



【图 7】

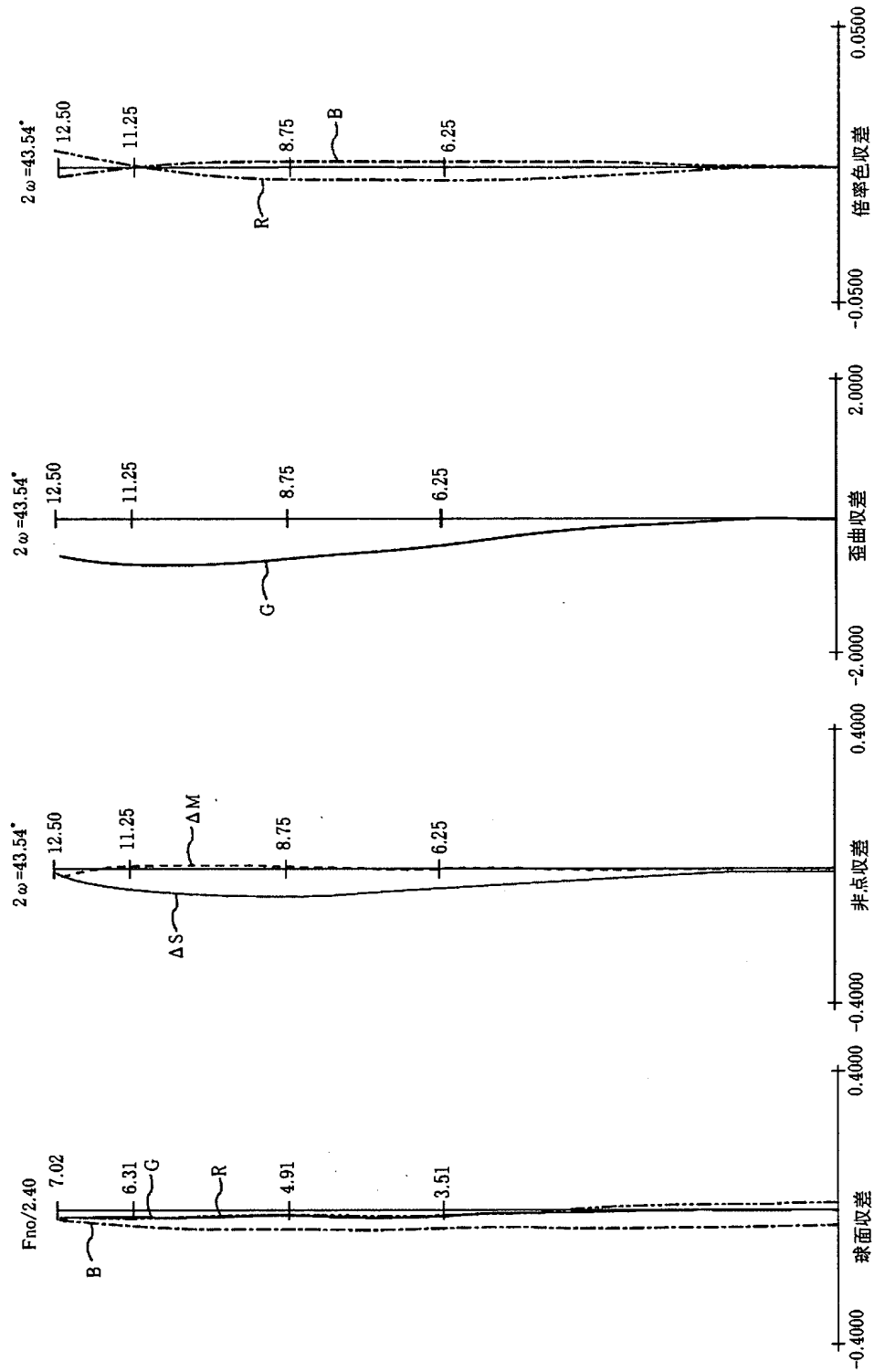


【図 8】

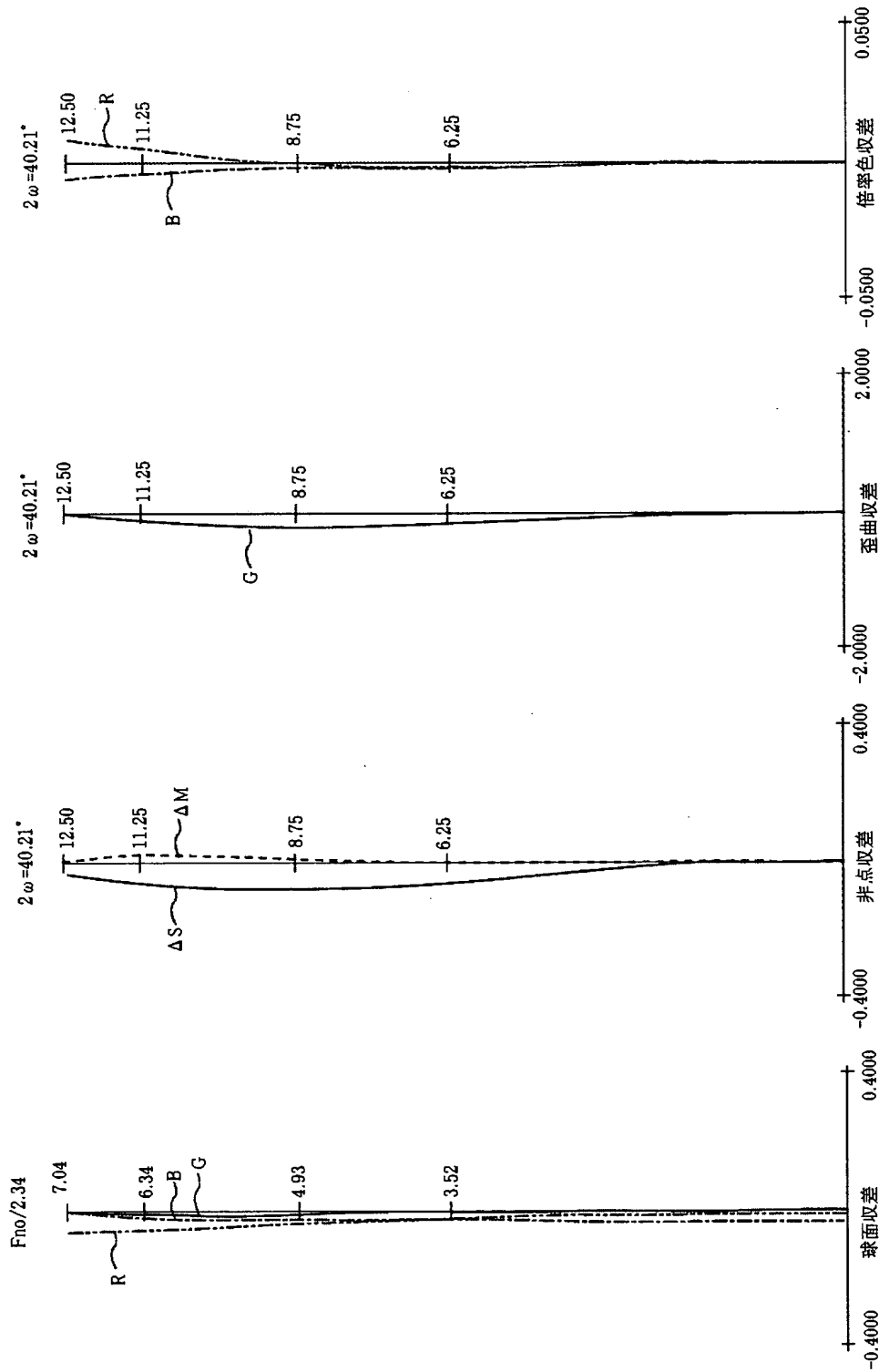




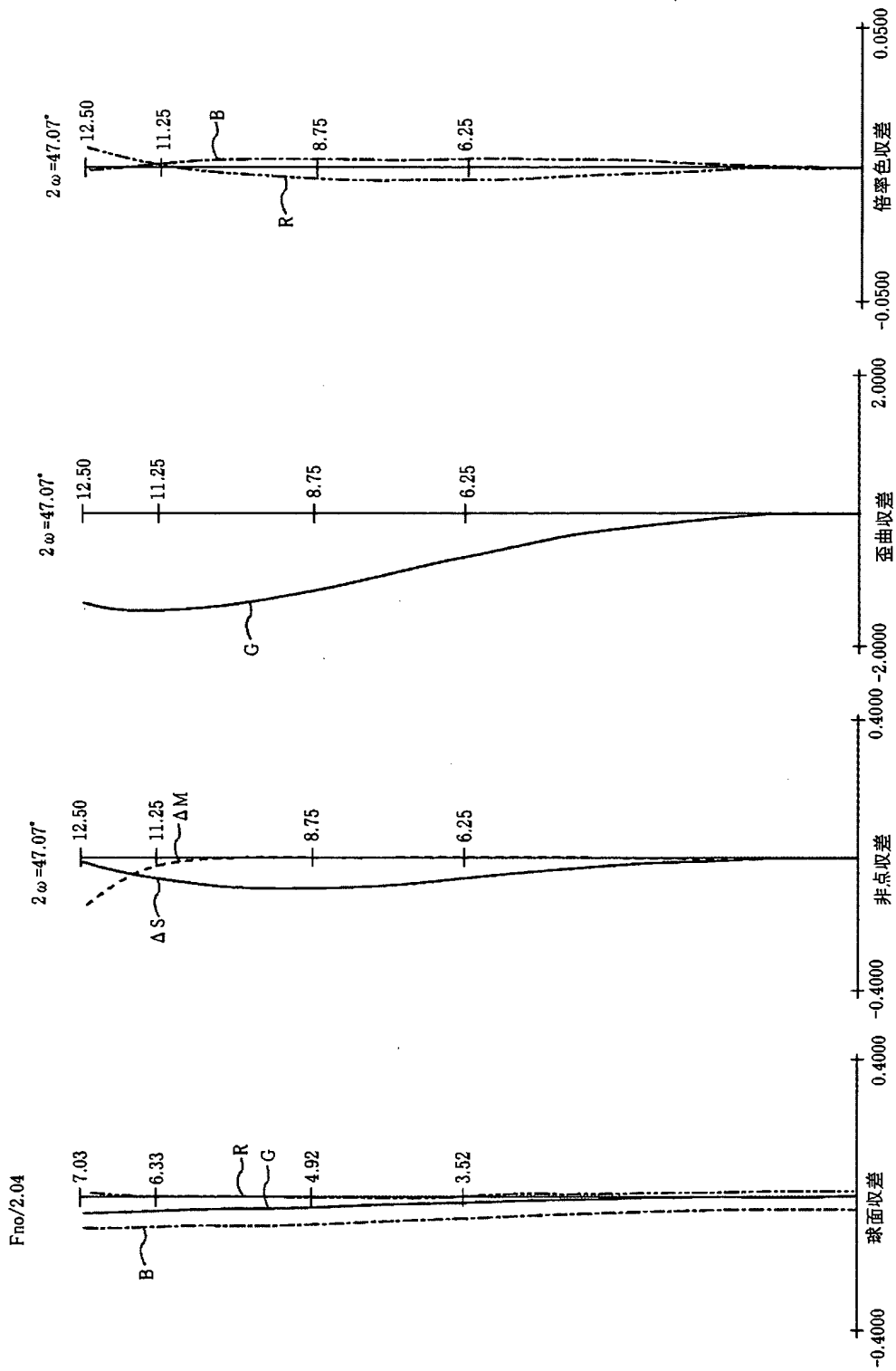
【図 9】



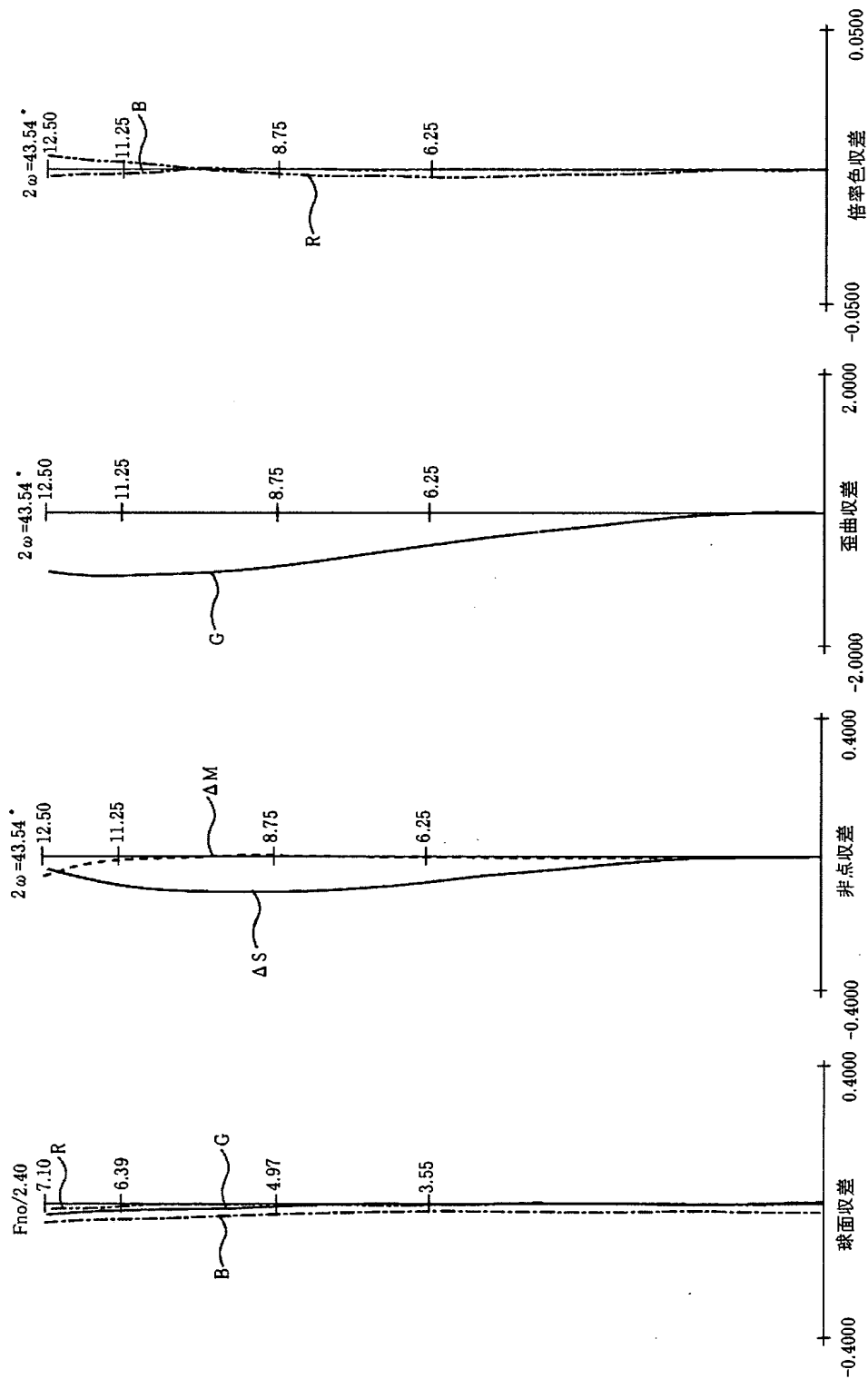
【図 10】



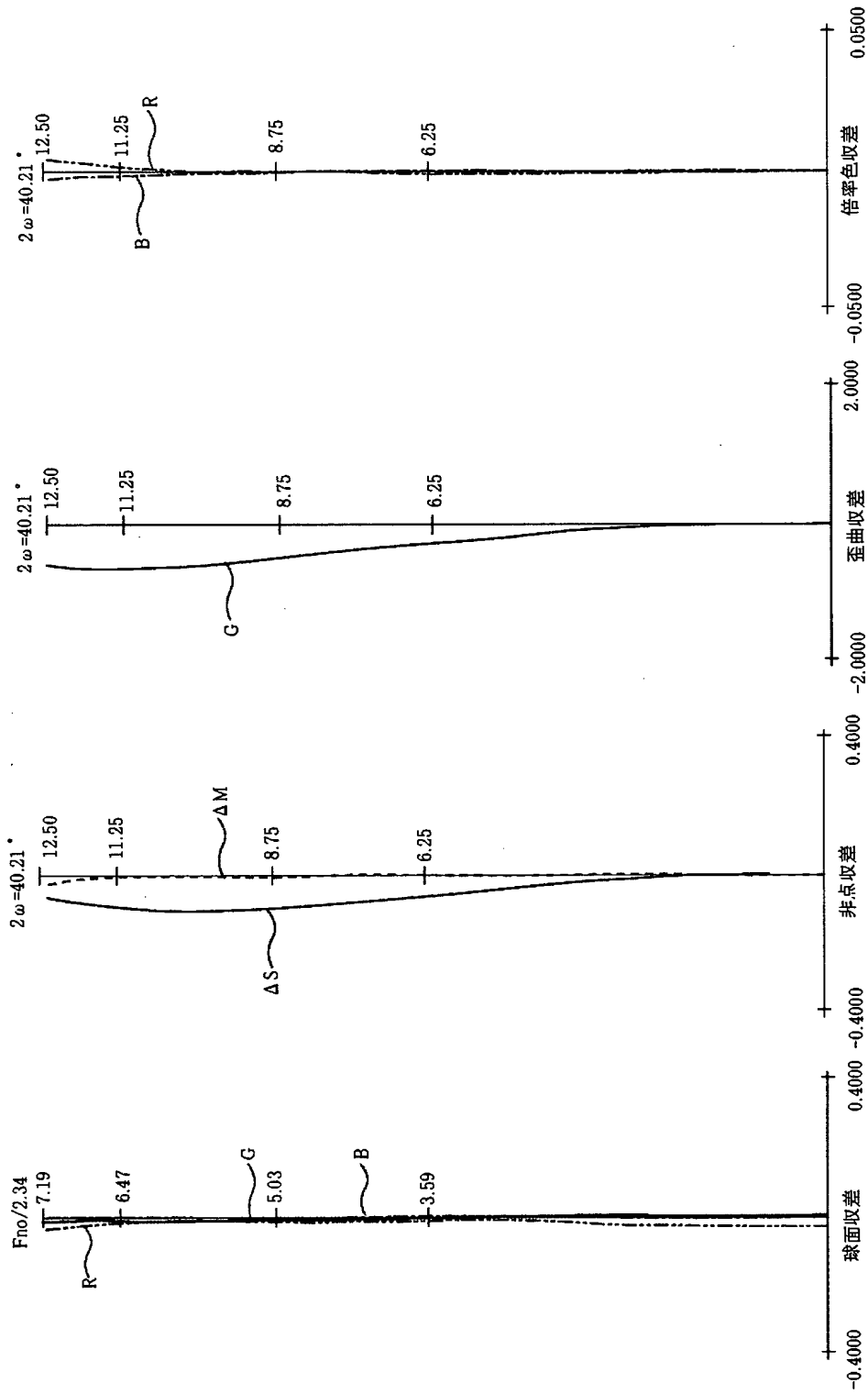
【図 1 1】



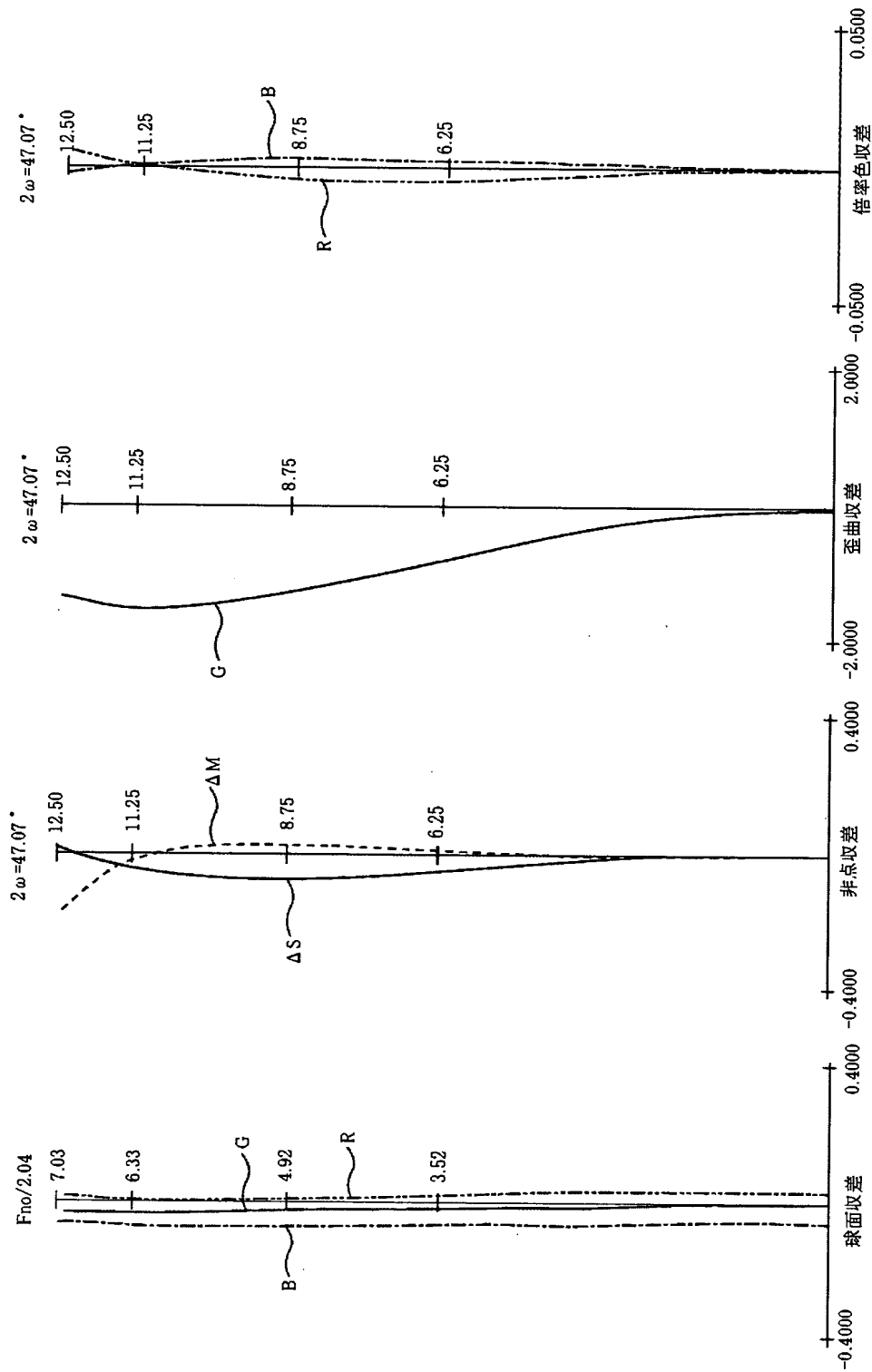
【图 1 2】



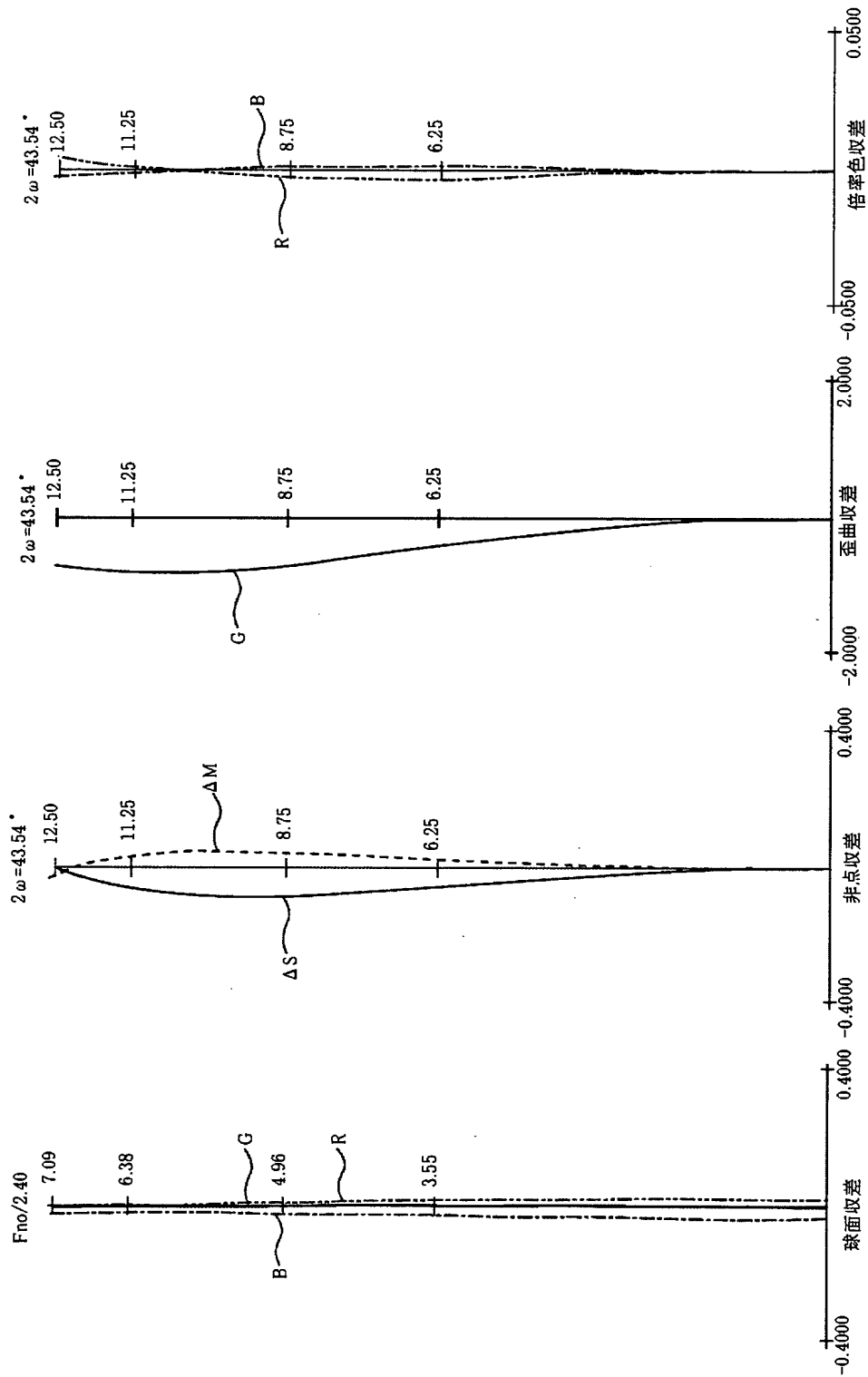
【图 13】



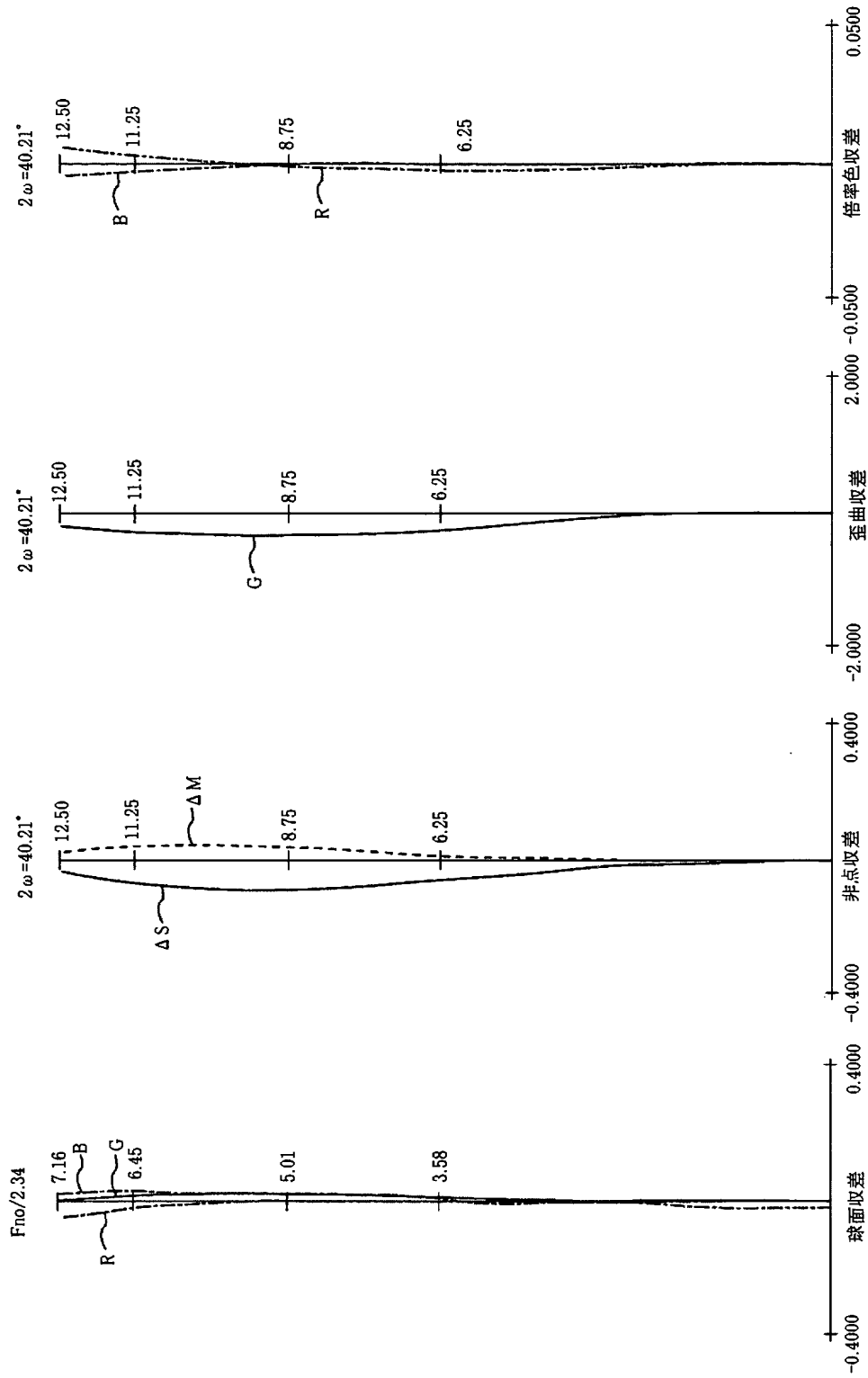
【図 14】



【図 15】

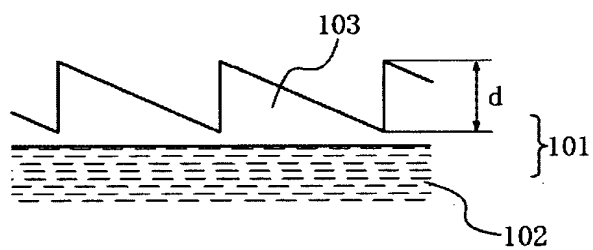


【图 16】

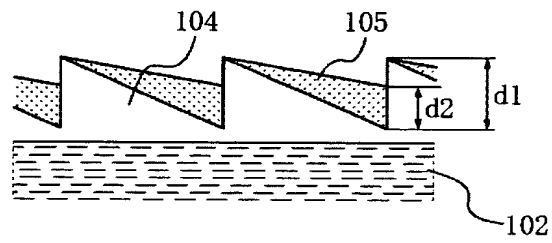




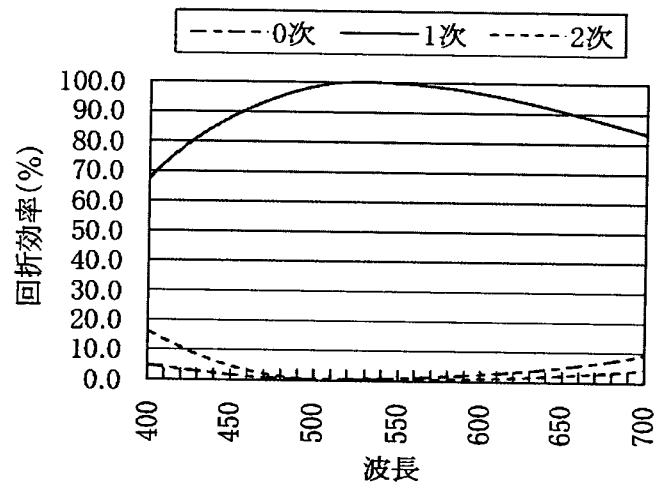
【図 17】



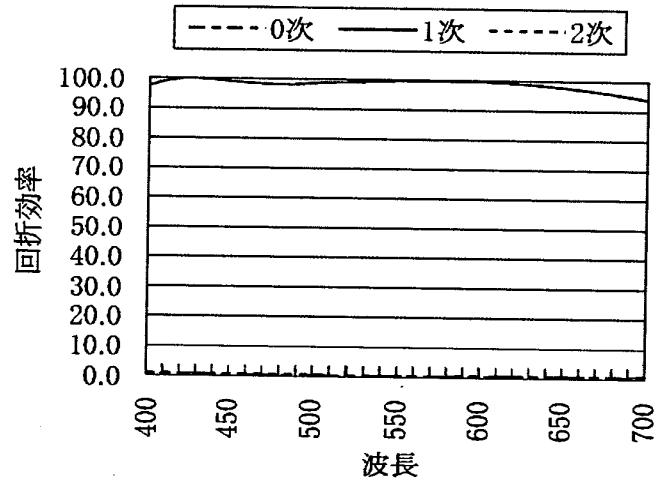
【図 1 8】



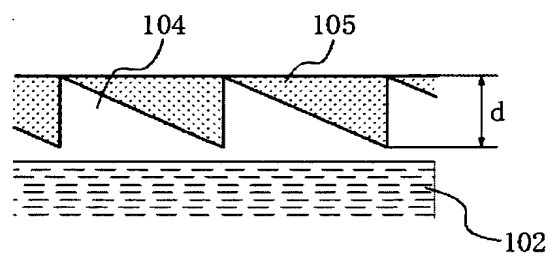
【図 1 9】



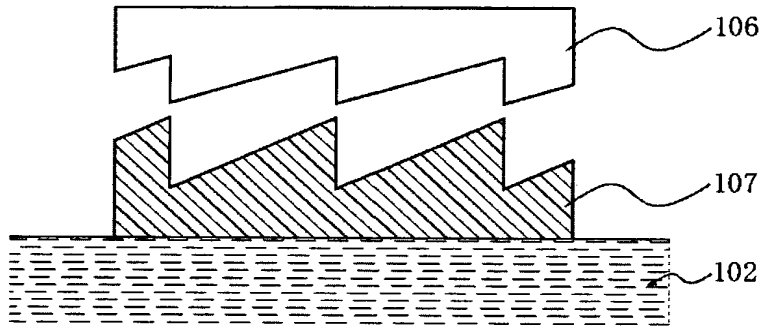
【図 2 0】



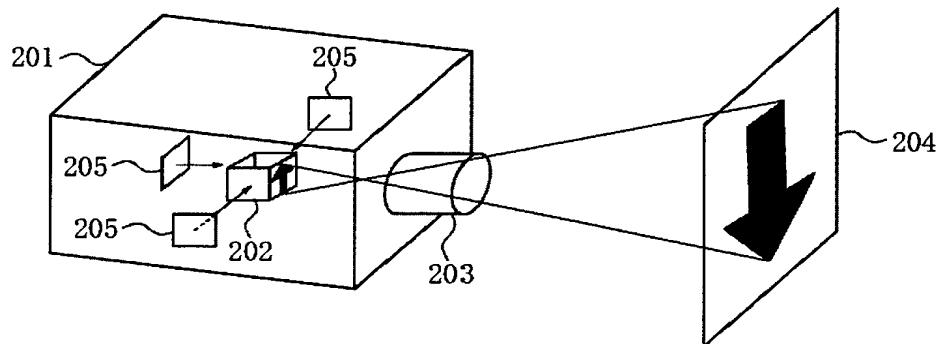
【図 2 1】



【図 2 2】

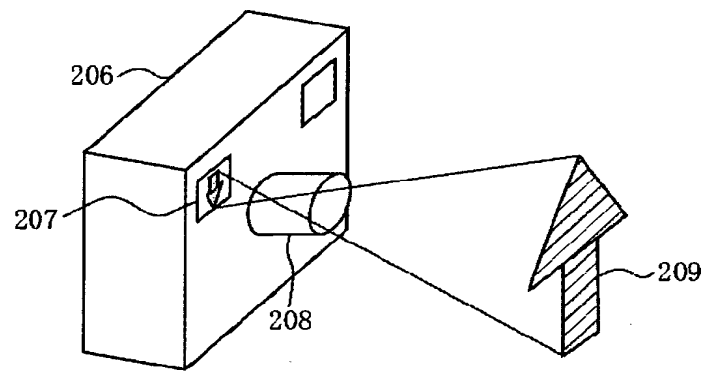


【図 2 3】



本発明に係るズームレンズを用いた液晶プロジェクター

【図 2 4】



本発明に係るズームレンズを用いたカメラ



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    液晶プロジェクタなどの画像投影装置で投影レンズとして使われるズームレンズの全系を、色収差などの諸収差を十分に補正しつつ今まで以上に小型化すること。

【解決手段】    投影レンズとして使われるズームレンズが、拡大共役側より順に負の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、負の屈折力の第4群、回折光学素子を少なくとも1つ含む正の屈折力の第5群を有し、広角端から望遠端への変倍に際し第2群、第3群、第4群が移動するような構成である。

【選択図】            図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社